



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Industrial

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

**Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento
para un establecimiento de venta al público de GNV**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Industrial

AUTOR

Johana Elizabeth QUISPE SEGURA

ASESOR

Jorge ESPONDA VELIZ

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Quispe, J. (2017). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para un establecimiento de venta al público de GNV*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



ACTA N°026-VDAP-FII-2017

SUSTENTACIÓN DE TESINA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **martes 03 de octubre de 2017**, a las 11:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesina:

"PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA UN ESTABLECIMIENTO DE VENTA AL PÚBLICO DE GNV"

Que presenta la Bachiller:


QUISPE SEGURA JOHANA ELIZABETH

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Industrial en la Modalidad: **Perfeccionamiento Profesional**.

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las **12:00** horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido **Aprobado** por **Unanimidad** con la calificación promedio **Dieciséis**, lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 03 de octubre de 2017


MG. CALSINA MIRAMIRA WILLY HUGO
Presidente


ING. VIZARRETA CHIA ROBERTO ISMAEL
Miembro


MG. ESPONDA VELIZ JORGE JOSÉ
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres, Donata y Luciano, por su orientación,
consejo y apoyo incondicional continuo

A mis hermanos, Daniel, Liliana e Italo por sus
consejos y apoyo permanente.

AGRADECIMIENTO

A todos aquellos que estuvieron a mi lado en este
largo camino que hoy llega a su fin.

RESUMEN

En la actualidad, existe un crecimiento del parque automotor en Lima Metropolitana, donde se encuentran instaladas la mayor cantidad de Establecimientos de venta al público de GNV. A nivel nacional existen 3, 850 estaciones de servicio (de las cuales 979 se ubican en Lima y Calla o), 62% (2,044) de ellas son independientes, es decir, no forman parte de las cuatro grandes cadenas (Repsol, Pecsá, Primax y la estatal Petroperú), pero el 65% de las ventas se concentran en locales que mantienen una imagen de marca de cadena, según información de la cadena Pecsá. Las ventas, en cambio, no marcan diferencia si hablamos de zona geográfica, ya que el volumen de combustible vendido en Lima es muy parecido al que se expende en el resto del país. (Fattorini, 2013, pág. 1).

“El parque automotor peruano pasará de tener 2 millones de unidades registradas en 2012 a 4.5 millones en 2020”, reveló un informe del BBVA Research. El reporte señaló que este crecimiento se deberá al aumento del poder adquisitivo de la población y a la consolidación de la clase media” (José, 2013, pág. 1).

En base a lo mencionado se propuso un modelo de gestión de mantenimiento para un Establecimiento de venta al público de GNV, con la finalidad definir una metodología, evaluar y proponer herramientas de confiabilidad para las operaciones y lograr la mejora de los procesos de una organización. Esta investigación es un estudio de caso de una empresa con presencia en el mercado que tiene 13 puntos de ventas de combustibles, de las cuales 4 puntos cuentan con GNV y se van a seguir expandiendo en la actualidad.

En el año 2015 se obtuvo una cantidad de 88,673 clientes, de los cuales se dejaron de abastecer unos 150 clientes aproximadamente debido a que no se acreditó el mantenimiento en su debido momento, por una parada de planta que duró como 6 horas en el mes de Julio.

Asimismo, se observó que durante el año 2015 que se produjeron 7 fallas en los equipos críticos. Debido a esto se implementó el modelo de gestión de mantenimiento aplicando herramientas de confiabilidad operacional para el año 2016 y se comprobó que las fallas en los equipos se redujeron significativamente a 3 fallas, representando una reducción del 43%, comprobándose el aumento de la disponibilidad de los equipos al 99.997% y resultando que el tiempo medio de reparaciones se redujera significativamente a 59%.

De la muestra obtenida para el año 2016, de 68 clientes se comprobó que no hubo desabastecimiento después de la implementación del modelo de diseño de la gestión de mantenimiento.

De esta manera, se concluye que esta investigación aporta herramientas importantes en la gestión de mantenimiento de un Establecimiento de venta al público de GNV y a partir de la investigación realizada se concluye que las herramientas de confiabilidad aplicadas a la gestión de mantenimiento contribuyen a la mejora continua de sus operaciones.

INTRODUCCIÓN

Lima Metropolitana es el área metropolitana conformada por la gran conurbación integrada por los centros urbanos de las provincias de Lima y Callao¹ y es el área metropolitana más grande, extensa y poblada del Perú. El área urbana es una de las mayores a nivel latinoamericano, con 9.903.935 habitantes el 2015, lo que equivale a alrededor del 32% del total nacional. Arequipa es la única otra metrópoli peruana que supera el millón de habitantes.

Hacia el oeste incluye a la ciudad del Callao y hacia el sur-oeste a otras localidades antaño separadas y que hoy forman parte de la ciudad, como son Magdalena Vieja, Miraflores, Barranco, Chorrillos o Vitarte y ciertas ciudades satélite como son Lurín o Ancón. Dicho proceso urbano se evidenció en los años 1980. Estas localidades y/o ciudades, satélite conforman actualmente distritos integrantes de la gran conurbación Lima-Callao.

Las ciudades de Lima y el Callao, hace años separadas por un semi-desierto y conectadas en el siglo XIX por un ferrocarril, se encuentran hoy totalmente unidas, debiendo señalarse sus límites según las avenidas o mediante carteles para que éstos no pasen totalmente desapercibidos. Una vista aérea desde el satélite nos muestra una sola trama urbana donde es prácticamente imposible diferenciar a Lima del Callao, en realidad separadas sólo administrativamente.

Esta conurbación (fusión urbana) entre Lima y el Callao se evidencia también en la interacción social y cultural. El mestizaje y encuentro entre limeños y "chalacos" (habitantes del Callao) es una constante cotidiana.

¹ Instituto Nacional de Estadística e Informática. **Una mirada a Lima Metropolitana 2014.**

Sumando las poblaciones de la Provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao, provincias sobre las que se asienta el área, alberga según el último censo del 2005 una población de 8.331.991 habitantes.² Según el último Informe del (INEI,2013), “se tiene una población de 9.903.935 habitantes” (p.29),³ que configuran entre un cuarto y un tercio de la población total del Perú. Esta conurbación es una ciudad eminentemente costera y se extiende a lo largo de casi ciento treinta kilómetros del litoral peruano, desde el distrito norteño de Ancón en el límite con la Provincia de Huaral, hasta el distrito sureño de Pucusana en el límite con la Provincia de Cañete.

El área metropolitana de Lima se distribuye sobre 49 distritos, que son parte integrante de la Provincia de Lima (43 distritos) sumada a la Provincia Constitucional del Callao (7 distritos).

Las áreas urbanas de estos distritos se encuentran en su gran mayoría conurbadas y un buen número de ellos están totalmente urbanizados.

Las entidades reguladoras y concesionarias del estado son las que supervisan la fase constructiva y de operación de las empresas comercializadoras de combustibles de acuerdo a las normas que rige el ministerio de Energía y Minas. OSINERGMIN es el organismo supervisor del sector energía y minería el cual cumple un papel importante en esta investigación ya que proporciona los parámetros normativos que permiten enfocar un plan estratégico y económico en la implementación de un modelo para la gestión de mantenimiento de un Establecimiento de venta al público de GNV y las herramientas de confiabilidad definidas en la presente investigación, ya que propone el uso de un modelo de gestión diseñados de acuerdo al ISO 9001.

² Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perfil Socioemográfico del Perú. Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda, INEI, Lima, agosto de 2008, 2.ª edición, pp. 29, 30.

³ INEI. «Estado de la población peruana - 2015». Consultado el 10 de febrero de 2016.

Por otro lado, es importante tener en cuenta que según la norma SAE JA 1011, el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, (MCC) o en inglés RCM (Reliability Centred Maintenance); fue desarrollado con el objetivo de mejorar la seguridad y la confiabilidad de los equipos de la industria de aviación y en esta investigación se implementará para poder determinar las fallas de los equipos críticos una vez determinado.

Las empresas comercializadoras de combustibles, deben de garantizar el mantenimiento de sus instalaciones internas, en concordancia con las normas de regulación de las entidades públicas designadas por el estado. La supervisión y regulación del sistema de distribución de gas natural, es potestad de las concesionarias autorizadas por el estado peruano como: CALIDDA concesionaria a nivel Lima y Callao y CONTUGAS concesionaria a nivel Ica, Pisco, Chincha; asimismo, deben asegurar la calidad en la construcción y la supervisión de pruebas de verificación de sus instalaciones internas ,así como el mantenimiento anual, semestral y quinquenal , conforme se especifican en las presentes normas técnicas peruanas y decretos supremos que mas adelante nombraremos.

Las estaciones de regulación y medición de Gas Natural Vehicular, son supervisadas por CALIDDA y CONTUGAS de acuerdo al sector o provincia de su instancia (mantenimiento de ERM) y la red interna de las líneas mecánicas para transporte de combustible, son supervisadas y fiscalizadas por OSINERGMIN (mantenimiento de instalaciones internas quinquenales).

Asimismo, se considera que este modelo de gestión de mantenimiento, que se propone en los siguientes capítulos de esta investigación serán un gran aporte para la mejora continua de sus procesos teniendo en cuenta lo siguiente:

En el primer capítulo se pretende mostrar el planteamiento del problema general para el diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para un Establecimiento de venta al público de GNV, la justificación teórica que será elaborado mediante herramientas de confiabilidad operacional que consta de siete etapas, enmarcados dentro del círculo de la mejora continua de Deming, utilizando Lean Maintenance para la optimización, identificación y solución de problemas y los objetivos de la implementación del modelo propuesto.

En el segundo capítulo, se explicarán los conceptos y definiciones básicas que se utilizan para este modelo y que forman la base conceptual de la tesina.

En el tercer capítulo, se explicarán la formulación de hipótesis y las variables que se utilizarán para este modelo.

En el cuarto capítulo, se presentará el diseño de la investigación y propuesta del modelo de la gestión de mantenimiento de un Establecimiento de venta al público de GNV, este capítulo pretende brindar los instrumentos necesarios para los actores que quieran invertir en el negocio de comercialización de combustibles y ser más competitivos en el mercado.

En el quinto capítulo, se explicará el análisis e interpretación de los resultados obtenidos de esta investigación con respecto al modelo propuesto para la gestión de mantenimiento. En ese sentido, se explicarán los beneficios esperados de la implementación del modelo de la investigación.

Finalmente, en el sexto capítulo, se presentarán las conclusiones y recomendaciones, asimismo la bibliografía y los anexos respectivos.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
INTRODUCCIÓN	VI
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE FIGURAS	XIII
CAPÍTULO I PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROBLEMA	1
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	3
1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS	4
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.3.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	5
1.3.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	5
1.3.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	6
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	7
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	7
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.2. BASES TEÓRICAS	20
2.2.1. LA DIRECCION GENERAL DE HIDROCARBUROS	20
2.2.2. OSINERGMIN.	21
2.2.3. CALIDDA (CONSECCIONARIO).	23
2.2.4. INGENIERIA Y GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	24
2.2.5. MODELO PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	29
2.3. MARCO CONCEPTUAL	37
CAPÍTULO III FORMULACIÓN DE HIPOTESIS	44
3.1. HIPÓTESIS GENERAL	44
3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	44
3.3. VARIABLES	44
CAPÍTULO IV DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	45
4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	47
4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	47
	X

4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS	49
4.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	50
CAPÍTULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	50
5.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADO	51
5.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	108
5.2.1. CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	108
5.2.2. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS GENERAL	109
5.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	111
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
6.1. CONCLUSIONES	113
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXO I.....	119
ANEXO II	122
ANEXO III	123
ANEXO IV	124
ANEXO V	125
ANEXO VI.....	126

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de los Establecimientos de venta al Público.....	1
Tabla 2: Total de ventas en el año 2015.	48
Tabla 3: Project Charter.....	61
Tabla 4: Responsabilidades del personal de mantenimiento.....	63
Tabla 5: Taxonomía de activos.....	65
Tabla 6: Analisis de criticidad de las operaciones de un establecimiento de venta al público de GNV.	69
Tabla 7: Matriz RCM, análisis de fallas.	73
Tabla 8: Numero de fallos en el año 2015 de la estación de recepción, regulación y medición primaria.	74
Tabla 9: Historial de fallos y costos año 2015.....	75
Tabla 10: Matriz IPER.....	103
Tabla 11: Puntos de inspección en auditorías.	106
Tabla 12: Numero de fallas en el año 2016 de la estación de recepción, regulación y medición primaria.	107
Tabla 13: Historial de fallas y costos año 2016.	108
Tabla 14: Calculo MTBF, MTTR, disponibilidad del año 2015.....	110
Tabla 15: Calculo MTBF, MTTR, disponibilidad del año 2016.....	111

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componente de un Establecimiento de venta al público de GNV.....	1
Figura 2: Organigrama Osinergmin.....	22
Figura 3: Modelo de gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad Operacional.....	27
Figura 4: Estructura de PAS-55.....	29
Figura 5: Representación de las siete etapas propuestas.....	31
Figura 6: Indicadores de gestión de mantenimiento.....	32
Figura 7: Flujograma de programación de mantenimiento.....	34
Figura 8: GNV con Regulación.....	54
Figura 9: GNV sin Regulación.....	55
Figura 10: GNV sin regulación grande.....	55
Figura 11: Compresor de GNV.....	56
Figura 12: Almacenamiento de GNV.....	57
Figura 13: Dispensador de GNV.....	58
Figura 14: Matriz Foda.....	59
Figura 15: Organigrama inicial de mantenimiento de una empresa de venta de GNV.....	61
Figura 16: Organigrama propuesto mantenimiento de una empresa de venta de GNV.....	61
Figura 17: Evaluación semicuantitativa del riesgo.....	66
Figura 18: Flujograma RCM.....	71
Figura 19: Diagrama de entradas y salidas del mantenimiento ERM.....	77
Figura 20: Colores de la estación de regulación y edición.....	99
Figura 21: Diagrama Causa-Efecto.....	99
Figura 22: Matriz de Riesgos.....	104

CAPÍTULO I PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROBLEMA

Para esta investigación, como estudio de caso, se tomó en consideración los datos de una empresa representativa en el mercado, que es líder en venta de GNV y otros combustibles.

La empresa cuenta actualmente con trece establecimientos, dentro del territorio nacional según indica la siguiente tabla 1 y cada establecimiento tiene un área mayor a 50 m2:

ITEM	ESTABLECIMIENTOS DE VENTA AL PÚBLICO	VENTA
1	CERCADO DE LIMA	GNV, GLP Y LIQUIDOS
2	CALLAO	GNV, GLP Y LIQUIDOS
3	BARRANCO	GLP
4	LA MOLINA	GLP, GNV
5	LURIN	GLP
6	CARABAYLLO	GLP
7	PUEBLO LIBRE	GLP Y GNV
8	LA VICTORIA	GLP, LIQUIDOS
9	CHICLAYO	GLP
10	CHIMBOTE	GLP
11	ICA	GLP
12	CHINCHA	GLP
13	TRUJILLO	GLP

Tabla 1: Descripción de los Establecimientos de venta al Público.

Fuente: Elaboración propia.

También se describe los componentes de los equipos de operación según la figura siguiente:

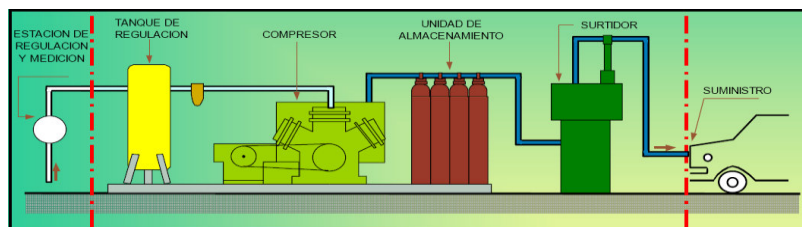


Figura 1: Componentes de un establecimiento de venta al público de GNV.

Fuente: Conferencia Expo Perú GNV 2006 - Ponencia Calidda

1.1.1. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

1.1.1.1. Incidencias en el establecimiento de venta de GNV en el año 2015:

- Demoras en el despacho por paradas de planta cuando se suscita una emergencia de mantenimiento.
- Cliente se fue sin pagar.
- Despachador se olvido sacar la manguera cuando terminó la descarga.
- Corte de suministro de Gas por parte de la empresa Calidda fue en el mes de Julio, por no acreditar en su momento el mantenimiento del Establecimiento de venta al público de GNV.
- Colas largas por vehiculos mal estacionados.
- Ausencia de clientes en ciertas temporadas.

1.1.1.2. Causas de los incidentes en el establecimiento de venta de GNV:

- No se ha implementado una buena gestión y planificación de estrategias de mantenimiento.
- No hay personal capacitado de acuerdo a la función que realiza.
- No se utiliza herramienta de confiabilidad, no existen estrategias, planes ni programas de mantenimiento.
- No hay una buena publicidad y marketing.
- No hay buen trato a los clientes.

1.1.1.3. Objetivos de la gerencia de un establecimiento de venta de GNV para el año 2016:

- Abastecimiento constante de todos los clientes de manera eficaz y eficiente.
- Buen trato a los clientes.
- Contar con personal capacitado.
- Contar con una adecuada gestión de mantenimiento.
- Evitar paradas de planta.
- Evitar fallas en los equipos.

De este diagnostico se concluye que el factor mas resaltante que tiene la mayor cantidad de incidencias, es una inadecuada gestión de mantenimiento y para este fin será investigado en esta tesina, aportando soluciones cuyo objetivo principal, será evitar el desabastecimiento y reducir las fallas de los equipos para poder subsanar todas estas incidencias.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

El **problema general** es el siguiente:

¿ Como el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento en un Establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional, evitará significativamente el desabastecimiento y reducirá significativamente las fallas en los equipos?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

Los problemas específicos son los siguientes:

Problema específico 1

¿ Como el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento en un Establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional, evitará significativamente el desabastecimiento?

Problema específico 2

¿Como el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento en un Establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional, reducirá significativamente las fallas en los equipos?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación nos propone la importancia de un modelo de gestión de mantenimiento para un Establecimiento de venta al público de GNV, utilizando herramientas de confiabilidad operacional como aporte en las ventajas competitivas de las operaciones, que permita diseñar un modelo de gestión de mantenimiento para la mejora continua en las operaciones de la empresa comercializadora de GNV.

La importancia de resaltar un modelo de gestión de mantenimiento para un Establecimiento de venta al público de GNV, es necesario para evitar el desabastecimiento del mercado y reducir las fallas en los equipos, permitiendo la mejora continua de los procesos de la empresa, ya que el aumento del parque automotor amerita la buena atención y servicios de buena calidad.

La realización de esta investigación tendrá implicancias relevantes en los procesos de planificación estratégica para la buena gestión del mantenimiento de empresas que comercializan GNV y que abastecen al parque automotor de Lima Metropolitana.

1.3.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Este estudio pretende determinar los beneficios del diseño de un modelo de gestión de mantenimiento y lograr reducir de fallas en los equipos y evitar el desabastecimiento al público, esto como consecuencia de utilizar herramientas de confiabilidad operacional. Se espera que el sistema propuesto contribuya a la reducción de la complejidad de los flujos de información y al mejoramiento de la coordinación de los procesos entre los actores relacionados.

Por lo expuesto se justifica la necesidad de que este modelo de gestión sea implementado por las empresas comercializadoras de GNV, en su estructura de organización y necesidades operacionales.

1.3.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Esta investigación intenta aprovechar las posibilidades que brinda la utilización de un modelo de gestión de mantenimiento, utilizando herramientas de confiabilidad operacional, debido a que se pretende implementar la mejora continua dentro de los procesos de la empresa, como consecuencia los principales beneficios que se pueden obtener de esta investigación son los siguientes:

- Reducción de costos operativos y aumento de la competitividad de la empresa.

- Abastecimiento total y cero reclamos de parte de los clientes.
- Aumento de productividad, mediante la disminución de recursos y tiempo, en mantener una adecuada gestión de mantenimiento.
- Disminución de pérdidas económicas por fallas en los equipos.
- Disminución de pérdidas económicas por paradas de planta, debido al desabastecimiento, por no acreditar debidamente el mantenimiento realizado a las instituciones OSINERGMIN y CALIDDA.
- Se eliminan las largas colas de vehículos por espera a verificaciones por fallas de los equipos.
- Pérdidas de piezas y partes de los equipos por alta dificultad en el control de mejora de procesos de la gestión de mantenimiento.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La presente investigación se justifica por que evalúa y analiza el estado situacional de los equipos principales de un establecimiento de venta al público de GNV , en base a técnicas cualitativas (análisis de criticidad, análisis de entradas y salidas, matriz RCM, matriz FODA , análisis de causas y efectos) y técnicas cuantitativas (Tiempo medio entre fallos de equipos (confiabilidad) ,Tiempo medio de reparación de equipos (mantenibilidad)); además, porque evalúa la gestión del mantenimiento que se práctica para dichos equipos, es importante el uso de herramientas de confiabilidad que utiliza la presente investigación y en base a ellas se propone diseñar un modelo de gestión del mantenimiento enmarcado dentro de la mejora continua de las operaciones de la empresa, proponiendo estrategias a usar en la gestión del mantenimiento,

considerando los equipos mas críticos, de esta manera se evitará el desabastecimiento al público y reducción de fallas.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento en un Establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional evitará significativamente el desabastecimiento y reducirá significativamente las fallas en los equipos.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Objetivo específico 1

Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento en un Establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional evitará significativamente el desabastecimiento.

Objetivo específico 2

Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento en un Establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional reducirá significativamente las fallas en los equipos.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se presentará el marco teórico. Aquí se incluyen los antecedentes, las bases teóricas y el marco conceptual.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se lista las principales tesis que aportaron en las bases teóricas de la investigación:

1. TESIS

TIPO DE ANTECEDENTE: NACIONAL

TÍTULO: EL ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD COMO HERRAMIENTA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DE LA LÍNEA DE FLOTACIÓN EN UN CENTRO MINERO.

AUTORES: GILBERTO BECERRA ARÉVALO Y JONY MELCHOR PAULINO ROMERO.

AÑO: 2012.

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.

CIUDAD Y PAÍS: LIMA – PERÚ.

Resumen de la tesis:

La tesis en mención realiza un estudio para optimizar la Gestión del Mantenimiento de los equipos de la línea de flotación, utilizando como: herramienta el Análisis de Confiabilidad, primero, se determinó la relación de los equipos críticos de dicha línea productiva (técnica cualitativa); y, luego, utilizando los datos históricos o estadísticos del tiempo entre fallos de los equipos críticos, y

los software's DISMA y RELEST, que permiten determinar la mejor distribución probabilística de fallos, y los tiempos característicos con sus respectivas probabilidades, se determinó el ciclo óptimo para el mantenimiento preventivo de los equipos críticos de la línea de flotación, basada en el análisis de confiabilidad de los mismos.

Según (Becerra Arevalo & Romero, 2012, p.19), la gestión del mantenimiento de los equipos en plantas industriales (con el desarrollo de las actividades de planeación, organización, programación y control), juega un papel preponderante en el proceso productivo, toda vez que permite incrementar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, minimizando el costo del ciclo de vida de los mismos.

Por lo tanto, toda empresa que práctica como filosofía una gestión de calidad, la gestión del mantenimiento de sus instalaciones tiene que ser también de calidad y la gestión eficaz del mantenimiento en una planta industrial, conlleva a una alta confiabilidad y disponibilidad de equipos y/o instalaciones, por ende, evita las paradas de planta, que ocasiona daño económico a las empresas.

Una eficiente Gestión del Mantenimiento contribuye a elevar la eficiencia de los procesos de la compañía, asimismo, un mantenimiento eficiente, minimiza las fallas de equipos, en tal sentido, las técnicas y/o herramientas que se apliquen, juegan un papel preponderante para prevenir o mitigar dichas fallas.

2. TESIS

TIPO DE ANTECEDENTE: INTERNACIONAL

TÍTULO: DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO APLICANDO LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA EL VEHÍCULO HIDROCLEANER VACTOR M654 DE LA EMPRESA ETAPA EP.

AUTOR: SERGIO RAÚL VILLACRÉS PARRA.

AÑO: 2016.

INSTITUCIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

CIUDAD Y PAÍS: RIOBAMBA – ECUADOR.

Resumen de la tesis:

La tesis realiza un trabajo de investigación, que tiene como objeto el desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) para los equipos críticos de un vehículo de la flota de Hidrocleaners de la empresa municipal ETAPA EP de la ciudad de Cuenca, para lo cual se realizará un análisis de criticidad para determinar los equipos críticos a los cuales se aplicará la metodología RCM. Luego de haber determinado los equipos críticos, se procedió a realizar un análisis de modos y efectos de falla (AMEF); para lo cual es necesario definir las funciones principales y secundarias; sus modos de falla, los efectos de falla y las causas potenciales, con la finalidad de determinar el plan de mantenimiento que eviten las potenciales fallas, dicho plan está constituido por actividades de mantenimiento, las frecuencias y los especialistas requeridos.

Según (Villacres Parra, 2016, p. 8), el RCM fué documentado por primera vez en 1978, escrito por F.S. Nowlan y H.F. Heap y publicado por el Departamento de Defensa de U.S. en 1978.

Asimismo, indica que, a lo largo de los años, ha sido empleado en diferentes áreas de trabajo con el propósito de formular estrategias de mantenimiento de activos físicos, en casi todos los países industrializados.

También menciona que, en la actualidad, existen normas como la SAE JA 1011 y SAE JA 1012 en las que se describen los criterios mínimos que debe cumplir un proceso para que sea considerado como RCM. Aunque la misma norma SAE JA 1011, indica que no intenta definir un proceso específico; la norma SAE JA 1012, es una Guía que amplifica, y donde se realizan aclaraciones a conceptos y términos clave, especialmente las que son exclusivas de RCM.

Como aporte general de la tesina, se destaca que la investigación se combina de una forma eficaz una metodología de gestión de mantenimiento, como es RCM, con el objetivo final de obtener reducir las fallas y disponibilidad de los equipos logrando una confiabilidad operacional dentro de las instalaciones.

3. TESIS

TIPO DE ANTECEDENTE: NACIONAL

TÍTULO: PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA MANTENIBILIDAD DE EQUIPOS DE ACARREO DE UNA EMPRESA MINERA DE CAJAMARCA.

AUTOR: MIGUEL ANGEL RODRIGUEZ DEL AGUILA.

AÑO: 2012.

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE.

CIUDAD Y PAÍS: CAJAMARCA – PERÚ

Resumen de la tesis:

La tesis realizó una mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca permitiendo lograr incrementar la disponibilidad mecánica en dichos equipos. Se inició con el diagnóstico de la situación actual de la empresa y de la gestión de mantenimiento para llegar a conocer los puntos débiles dentro del proceso y poder formular propuestas para mejorar y reducir costos relacionados al mantenimiento. Asimismo, la propuesta de mejora será aplicada en el área involucrada con la gestión de mantenimiento.

El autor también aporta importancia al concepto de la mantenibilidad, diciendo “La mantenibilidad es la característica inherente de un elemento, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio cuando se realiza la tarea de mantenimiento necesaria según se especifica” (Rodriguez del Aguila, 2016, p.15), lo cual se tomó de referencia para la presente investigación.

4. TESIS

TIPO DE ANTECEDENTE: INTERNACIONAL

TÍTULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

AUTOR: MÓNICA MENDOZA GARCÍA

AÑO: 2016.

INSTITUCIÓN: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.

CIUDAD Y PAÍS: MEXICO D.F. – MEXICO.

Resumen de la tesis:

En la tesis se realizó un diseño a detalle de los requerimientos funcionales de un sistema de gestión de mantenimiento de acuerdo al contexto de competitividad actual. El sistema fue diseñado con un sustento teórico referente a diversas herramientas de Ingeniería Industrial aplicadas al mantenimiento, cuidando que la secuencia de las operaciones y el flujo de la información sea de manera ordenada y metódica para que en cada sección o módulo del sistema se aporte valor a la función de mantenimiento.

El autor indica que, “La gestión debe concebirse teniendo en consideración factores como: seguridad, calidad, rapidez, servicio, rentabilidad, confiabilidad y eficiencia que, a su vez, permita la medición del resultado, el análisis y la mejora continua para identificar las actividades equivocadas que se realizan bien.” (Garcia & Monica, 2016, p. 14).

Es por eso que la gestión eficaz del mantenimiento de los equipos y/o instalaciones se ha convertido en un arma poderosa de competitividad, en el entendido de que una buena gestión de mantenimiento contribuye a la mejora continua de los procesos dentro del sistema.

5. TESIS

TIPO DE ANTECEDENTE: NACIONAL

TÍTULO: PROPUESTA DE CONVERSIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LIMA Y CALLAO PARA EL USO DE GAS NATURAL.

AUTOR: PATRICIA CAROL PÉREZ PALOMINO.

AÑO: 2010.

INSTITUCIÓN: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.

CIUDAD Y PAÍS: LIMA – PERÚ

Resumen de la tesis:

La tesis realiza un análisis cualitativo y cuantitativo del parque automotor de Lima y Callao que permite conocer su situación actual y define una metodología para evaluar la factibilidad de conversión a gas natural , Según (Perez Palomino, 2010, p.43) indica que la información registrada en la Cámara Peruana de Gas Natural Vehicular, a finales del 2009 existían 94 estaciones de servicio a gas natural operando y otras 33 en construcción, lo que significa un 65% más de estaciones con respecto al 2008 y en su estimación al 2020 indica que serán 421, por lo que es importante estos datos que dan a entender la importancia del abastecimiento del parque automotor que esta en crecimiento continuo.

6. TESIS

TIPO DE ANTECEDENTE: INTERNACIONAL

TÍTULO: METODOLOGÍA PARA LA PRIORIZACIÓN DE SISTEMAS, ESTRUCTURAS Y COMPONENTES EN LA OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL.

AUTOR: ANTONIO JOSÉ FERNÁNDEZ PÉREZ

AÑO: 2000.

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

CIUDAD Y PAÍS: MADRID – ESPAÑA

Resumen de la tesis:

La tesis desarrolla una metodología para la priorización de los sistemas, estructuras y componentes de una instalación industrial en funcionamiento, a partir de sus comportamientos operativos y dentro de un contexto de optimización del plan vigente de mantenimiento preventivo como vía para la mejora de la eficiencia de su explotación. La aparición de fallos y averías en los equipos de una instalación industrial es una de las principales causas de ineficiencia en su explotación al provocar un incremento de los costes operativos y una pérdida de ingresos o, incluso en algunos casos, originar un accidente del que se deriven daños importantes para las personas o el entorno. Se ha definido la eficiencia de la explotación de una instalación industrial en un determinado período de tiempo mediante el cociente entre la Confiabilidad alcanzada por la instalación en dicho período y la suma de los costes de confiabilidad y de no confiabilidad en que se ha incurrido.

Según (Fernández Pérez, 2000, p 33) manifiesta, que el nivel de confiabilidad que una instalación industrial alcanza en un determinado período de explotación, condiciona la rentabilidad de su proceso productivo en dicho período, debido a la estrecha relación “Los gestores” son aquellos individuos que guían, dirigen o supervisan el trabajo y el rendimiento de los demás empleados que no están en el área de gestión existente entre la confiabilidad, los ingresos generados y el coste de explotación.

De otro lado, menciona que, ante un planteamiento de optimización de la eficiencia de la explotación de una instalación industrial, el diseño y aplicación de un programa adecuado de

mantenimiento preventivo es una de las opciones más consideradas actualmente. Esto se debe, indica, a la gran importancia que el mantenimiento preventivo tiene en la consecución de unos altos niveles de confiabilidad en una instalación y, por consiguiente, en la productividad del capital inmovilizado, sobre todo, cuando las posibilidades de modificar el diseño de los equipos y sistemas son pequeñas o el margen de actuación sobre la demanda es escaso. Por otra parte, señala, que los costes de mantenimiento constituyen una partida muy significativa del coste total de explotación y normalmente se trata de un área de actividad, en gran medida, bajo la planificación y el control de la propia instalación.

También, precisa, que, en un entorno real, donde los recursos siempre son limitados, la realización de un programa eficiente de optimización del mantenimiento de una instalación industrial requiere, como primera tarea, la identificación y priorización de los elementos susceptibles de ser mantenidos, al objeto de distribuir entre ellos los recursos disponibles, de manera que el beneficio o mejora que se obtenga sobre el conjunto de la explotación de la instalación sea lo mayor posible. Una vez seleccionados los equipos sobre los que se va a actuar, deberán identificarse aquellas actividades de mantenimiento que se consideren técnica y económicamente más convenientes para proceder a su implantación y, posteriormente, a su seguimiento y control, con el fin de evaluar el grado de eficiencia alcanzado.

Es decir, la tesina persigue el desarrollo de una metodología de priorización de los diferentes equipos, a partir de sus comportamientos operativos y el plan vigente de mantenimiento preventivo como vía para la mejora continua de la eficiencia de sus operaciones, en la que la confiabilidad constituye el parámetro básico y objetivo que cuantifica el nivel de eficacia alcanzado.

Según (Fernández Pérez, 2000, p. 57)⁴ manifiesta que la aparición de fallos y averías en los equipos de una instalación industrial es una de las principales causas de ineficiencia en su explotación al provocar un incremento de los costes operativos y una pérdida de ingresos o, incluso en algunos casos, originar un accidente del que se deriven daños importantes para las personas o el entorno. También, señala, que se ha definido la eficiencia de la explotación de una instalación industrial en un determinado período de tiempo mediante el cociente entre la confiabilidad alcanzada por la instalación en dicho período y la suma de los costes de confiabilidad y de no confiabilidad en que se ha incurrido. Precisa, que la Confiabilidad de un dispositivo es la característica operativa que define la eficacia de su explotación, integrando de forma global los conceptos de disponibilidad, mantenibilidad y seguridad.

También, precisa, que se han analizado las relaciones existentes entre los elementos que constituyen la confiabilidad de un dispositivo, así como los costes de confiabilidad y de no confiabilidad asociados a su operación y la contribución de estos costes al coste total de explotación.

Señala que, estudiados individualmente los elementos integrantes de la confiabilidad de un dispositivo desde su visión probabilista, se ha propuesto un proceso de cuantificación y visualización de la confiabilidad alcanzada por un dispositivo en un cierto período de explotación ya acaecido en función de unos factores que caracterizan los niveles de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad logrados. Estos factores son aplicables a cualquier tipo

⁴ FERNÁNDEZ PÉREZ, ANTONIO JOSÉ: “Metodología para la priorización de sistemas, estructuras y componentes en la optimización del mantenimiento de una instalación industrial”. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid (España). Año 2000. Disponible en: <http://oa.upm.es/662/1/06200006.pdf>

de dispositivo y tienen en cuenta sus distintas características de operación, mantenibilidad y régimen de funcionamiento.

Además, resalta, que una buena gestión de la explotación de una instalación debe basarse en la evaluación y seguimiento de la eficiencia de su explotación y de la de sus componentes a lo largo de toda su vida operativa. Como herramienta que facilita la realización de este proceso, indica, que se ha propuesto un sistema de indicadores o cuadro de mando. En este sentido, manifiesta que, ante un planteamiento de optimización de la eficiencia de la explotación de una instalación industrial, se han establecido los correspondientes criterios de priorización de sus sistemas, estructuras y componentes.

De otro lado, precisa que el diseño y aplicación de un programa adecuado de mantenimiento preventivo en una instalación constituye una de las opciones más interesantes para intentar optimizar la eficiencia de su explotación. Esto se debe a la importancia que tiene el mantenimiento preventivo en la consecución de unos altos niveles de confiabilidad, sobre todo, cuando las posibilidades de modificar el diseño de los equipos y sistemas son pequeñas o el margen de actuación sobre la demanda es escaso. Adicionalmente, indica, que los costes de mantenimiento constituyen una partida muy significativa del coste total de explotación y normalmente se trata de un área de actividad, en gran medida, bajo la planificación y el control de la propia instalación. Bajo este esquema, señala, se han establecido los principios rectores de un plan eficiente de mantenimiento preventivo y se ha diseñado un esquema operativo que, atendiendo a dichos principios, facilite la optimización del plan vigente de mantenimiento en una instalación industrial,

poniendo especial énfasis en la priorización de sus dispositivos y en la selección de aquéllos que convenga mantener preventivamente.

En el planteamiento de la tesina, señala, que el abastecimiento al público es una de las preocupaciones constantes que debe tener el buen gestor de cualquier empresa, cuando el entorno socioeconómico en el que ésta desarrolla sus actividades se caracteriza, entre otros aspectos, por un alto grado de competitividad, una mayor exigencia de calidad de sus servicios, una demanda constante de mejora de las condiciones laborales, unos adecuados niveles de seguridad para los trabajadores, consumidores, usuarios y respeto por el medioambiente.

Al respecto, destaca que la aparición de fallas y averías en los equipos constituye una de las principales causas de ineficiencia de las instalaciones. Estos fallos pueden impactar negativamente en su disponibilidad, y traer consigo incremento de los costes operativos, y una pérdida de ingresos o provocar un accidente del que se deriven daños importantes a las personas o al entorno. Es por eso que la creciente atención que las empresas de hoy, están prestando importancia a la confiabilidad de sus instalaciones, sistemas y equipos; también es importante hablar sobre la mantenibilidad de los equipos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LA DIRECCION GENERAL DE HIDROCARBUROS.

El Ministerio de Energía y Minas en su organigrama cuenta con órganos en línea y entre ellos se encuentra la Dirección General de Hidrocarburos, que tiene bajo su jurisdicción a la Dirección de Gestión del Gas natural.

Según La Dirección General de Hidrocarburos (2016, MINEN Dirección General de Hidrocarburos - <http://www.minem.gob.pe> 2016), es el órgano técnico normativo que se encarga de reformular la política energética en el ámbito del Subsector hidrocarburos; propone la normatividad necesaria y promueve actividades de Exploración, Explotación, Transporte, Almacenamiento, Refinación, Procesamiento, Distribución y Comercialización de Hidrocarburos, asimismo ejecuta el rol concedente a nombre del Estado dependiendo de la actividad y por jerarquía del Viceministro de Energía.

También indica que mediante la Ley Orgánica de Hidrocarburos N° 26221, promulgada en 1993, el Estado promueve el desarrollo de las actividades de hidrocarburos con participación de inversión privada y el Ministerio de Energía y Minas, elabora, aprueba, propone y aplica la política del sector, asimismo dicta desde el 24 de enero del 2007, los Artículos 1°, 2° y 18 de la Ley 28964, se creó el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), como organismo regulador, supervisor y fiscalizador de las actividades de las personas jurídicas o naturales, en los subsectores de electricidad, hidrocarburos y minería.

Para ello sugiere, que el cumplimiento del objetivo de orientar a inversionistas y público en general, la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) viene difundiendo en la página WEB del

MEM los Informes Mensual de Estadísticas , el Anuario Estadístico, el Resumen Ejecutivo del Informe Anual de Reservas, las Leyes y Reglamentos Vigentes. Asimismo, se ha incluido las respuestas a las Preguntas Frecuentes que se reciben del público usuario y el Directorio de las Direcciones Regionales de Energía y Minas (DREM)⁵.

En resumen, dentro del actual modelo de desarrollo del país y parte del aparato administrativo del Estado, la DGH es una entidad que se encuentra al servicio de los usuarios, reglamenta y promueve la inversión privada en el sector hidrocarburos.

2.2.2. OSINERGMIN.

Según el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (2016, MINEN Direccion General de Hidrocarburos - <http://www.minem.gob.pe> 2016), una institución pública que regula y supervisa que las empresas del sector eléctrico, hidrocarburos y minero cumplan las disposiciones legales en sus actividades a desarrollar.

Asimismo, se creó el 31 de diciembre de 1996, mediante la Ley N° 26734, bajo el nombre de **Osinerg**, supervisando la calidad y seguridad de los servicios de las empresas eléctricas y de hidrocarburos.

A partir del año 2007, la Ley N° 28964 se amplió su campo a empresas del sector minería y se denominó **Osinergmin**.

⁵ MINEN Direccion General de Hidrocarburos - <http://www.minem.gob.pe> 2016.

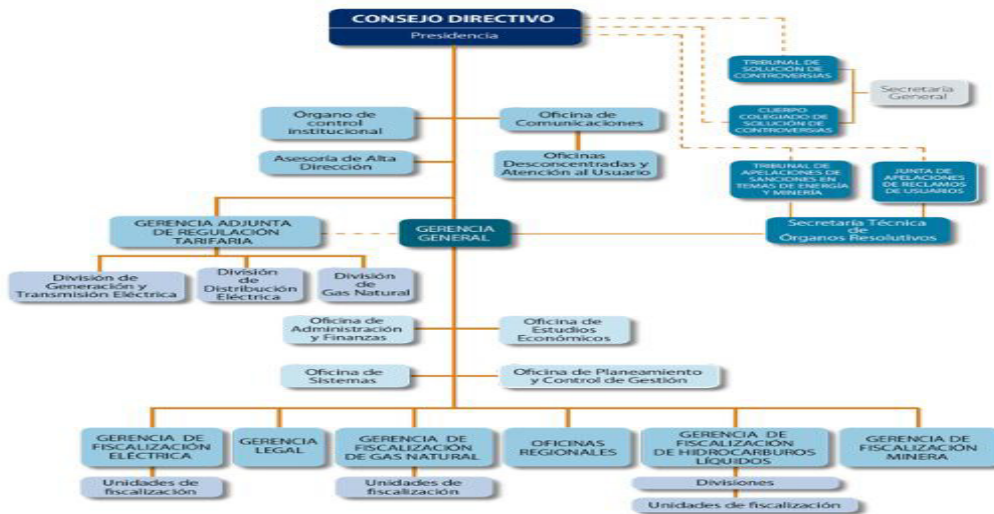


Figura 2: Organigrama OSINERGMIN.

Fuente: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/organizacion

Para esto OSINERGMIN, está dentro del esquema organizacional y se creó la Gerencia de Fiscalización de Gas natural que fue creada el 30 de marzo del 2006 mediante Resolución Suprema No.091-2006-PCM por las dimensiones que alcanzó el proyecto Camisea, a fin de atender los requerimientos de supervisión del gas natural. Estas supervisiones son realizadas por el OSINERGMIN mediante empresas seleccionadas por concurso público nacional.

De acuerdo al Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos y la aprobación del Decreto Supremo N° 042-99 EM según el artículo 7 inciso C, es responsabilidad del Consumidor llevar a cabo revisiones generales cada cinco años desde la habilitación de la instalación interna.

Para el caso de los Consumidores Regulados cuyo consumo sea menor o igual a 300m³ por mes, el Concesionario se encargará de realizar la revisión de las instalaciones internas. Asimismo, los gastos derivados formarán parte de los costos de operación y mantenimiento de la Concesión de acuerdo a lo establecido por Osingermin.

Por otro lado, para el caso de los Consumidores Regulados cuyo consumo sea superior a 300m³ por mes, para realizar la revisión quinquenal deberán contratar los servicios del concesionario o de un Instalador Interno registrado ante el Osinergmin.

Es importante recordarle que el Concesionario (CALIDDA) no podrá seguir suministrando el servicio a aquellos Consumidores que no hayan acreditado la Revisión Quinquenal ante Osinergmin, es potestad que las acreditaciones de los mantenimientos quinquenales se entreguen a OSINERGMIN para que las empresas comercializadoras de GNV no sufran cortes de su suministro de Gas Natural por parte de la concesionaria CALIDDA.

2.2.3. CALIDDA (CONSESIONARIO).

Según “Cálidda” - Gas natural de Lima y Callao S.A (2016, <http://www.calidda.com.pe/quienes.html>), es una empresa que tiene la concesión del Estado por un plazo de 33 años prorrogables para diseñar, construir y operar el sistema de distribución de gas natural en el departamento de Lima y la Provincia Constitucional del Callao en el Perú. Su principal accionista es el Grupo Energía de Bogotá, líder empresarial del sector energético con presencia en Colombia, Perú y Guatemala.

Asimismo la distribución del gas natural es un servicio público regulado por el Ministerio de Energía y Minas-MEM y el OSINERGMIN. El MEM establece el marco legal normativo en el que se tiene que desarrollar la distribución del gas natural y el OSINERGMIN vela por el cumplimiento del marco regulatorio y de las normas técnicas, comerciales y ambientales; igualmente, es el encargado de determinar las tarifas aplicables”⁶.

⁶ <http://www.calidda.com.pe/quienes.html>

Según el Artículo 71° del D.S. 042-99-EM (1999), en su contenido afirma lo siguiente:

El consumidor se hará responsable de su mantenimiento, de acuerdo con el plan definido por el instalador interno y aprobado por el concesionario, debiendo contratar al Concesionario o a un Instalador Interno de la categoría correspondiente debidamente registrado ante el Osinergmin para efectuar dicha labor. En Caso el consumidor no acredite el mantenimiento en la fecha programada, será requerido por el Concesionario a fin de que cumpla con realizar el mantenimiento correspondiente. Si el consumidor no cumple con realizar el mantenimiento dentro de un plazo de un mes contado desde la fecha en que fue requerido; el Concesionario procederá a efectuar el corte de servicio. El Concesionario reportará mensualmente a Osinergmin la lista de consumidores que incumplieron con la realización del mantenimiento. (p.33)

Esto significa que Calidda tiene la obligación de reportar ante OSINERGIM la acreditación de los mantenimientos, de lo contrario se procederá al corte del suministro de la empresa comercializadora de GNV que incumpla con la normativa.

2.2.4. INGENIERIA Y GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Podemos encontrar infinidad de definiciones del criterio de gestión de mantenimiento según el autor. “Conjunto de acciones que permiten mantener o establecer un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado” (norma AFNOR X 06-501, 2014, p 14).

“La combinación de todas las actividades tanto técnicas como administrativas dirigidas a retener, o restaurar, a un ítem a un estado en el cual pueda desempeñar su función requerida”⁷ (British Estándars Publication BS 3811;1984, p 32)

“Las decisiones de ingeniería y las acciones asociadas necesarias y suficientes para optimizar sus capacidades especificadas (capability assurance)” ... donde la capacidad está definida como la habilidad para desempeñar una acción especificada dentro de un rango de contextos operacionales”⁸ (MESA: Sociedad de Ingenieros de mantenimiento en Australia,2012, p16)

Son muy importantes estos conceptos para poder diseñar un modelo de gestión de mantenimiento para las empresas comercializadoras de combustibles al por menor, asimismo teniendo en consideración estas definiciones y la evolución de las cuatro generaciones del mantenimiento reactivo, se incluirá en esta investigación la gestión de mantenimiento que aporta un enfoque estratégico operacional.

La base que se aporta en esta investigación esta basada en el enfoque de mejora continúa utilizando herramientas de confiabilidad operacional.

Confiabilidad Operacional

Según (Espinoza Fuentes & Salas, 2011) en su libro *Gestion de Activos Industriales: Modelos y Herramientas*, afirma lo siguiente:

La ingeniería de la confiabilidad se destaca como el marco teórico en el cual conviven las metodologías y técnicas necesarias para la optimización del uso de los activos fijos. La

⁷ British Standards Publication BS 3811;1984.

⁸ MESA (Sociedad de Ingenieros de Mantenimiento de Australia) Maintenance model.

confiabilidad de un sistema o un equipo, es la probabilidad que dicha entidad puedan operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función. El fin último del Análisis de confiabilidad de los activos físicos es cambiar las actividades reactivas y correctivas, no programadas y altamente costosas, por acciones preventivas planeadas que dependan de análisis, objetivos, situación actual e historial de equipos y permitan un adecuado control de costos. La Confiabilidad Operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial. (p.50).

La Confiabilidad Operacional lleva implícita la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional. Es importante, puntualizar que en un sistema de Confiabilidad Operacional es necesario el análisis de sus cuatro parámetros operativos: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad y confianza de los equipos; sobre los cuales se debe actuar si se quiere un mejoramiento continuo y de largo plazo⁹. Estos cuatro elementos se muestran en la figura 4.

⁹ <http://docplayer.es/6350864-Confiabilidad-operacional-de-equipos-metodologias-y-herramientas.html> – Fernando Espinoza Fuentes.

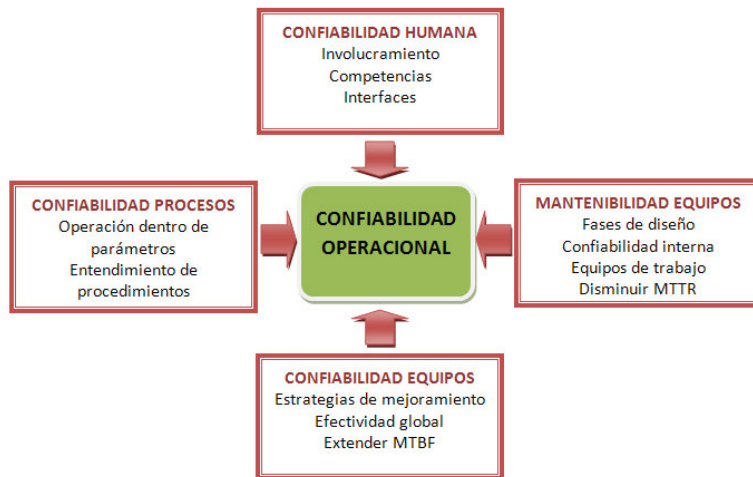


Figura 3: Modelo de gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad operacional.

Fuente: <http://docplayer.es/6350864-Confiabilidad-operacional-de-equipos-metodologias-y-herramientas.html>

El MTBF y el MTTR son indicadores de mantenimiento utilizados como base estadística en el tiempo promedio, de ocurrencia de fallas (MTBF) y de duración de reparaciones (MTTR).

El MTBF, es el Tiempo Medio Entre Fallas conocido como MTBF, por sus siglas en inglés (Mean Time Between Failures), es un indicador que representa el tiempo promedio en el que un equipo funciona sin fallas, dicho de otra forma, el tiempo promedio que transcurre entre una falla y la siguiente.¹⁰

$$\text{MTTR} = (\text{tiempo total de inactividad}) / (\text{número de fallos})$$

El MTTR, es el Tiempo Medio Entre Reparaciones conocido como MTTR, por sus siglas en inglés (Mean Time Through Repair), es una medida que indica el tiempo estimado que un equipo

¹⁰ <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/calculadoras/calculadora-mtbf-y-mttr/>

estará parado mientras es reparado, dicho de otra forma, el tiempo promedio en que se efectúa una reparación.¹¹

$$MTBF = (\text{tiempo total de funcionamiento}) / (\text{número de fallos})$$

2.2.4.1. Gestión de Activos para el mantenimiento.

Según (Bernardo Durán, 2011), el término de Mantenimiento ha derivado en el de Gestión de Activos, con un enfoque orientado al mediano y largo plazo, dotado de cierto contenido tecnológico que implica la planificación de los trabajos, con las menores paradas posibles y en los momentos oportunos con una adecuada administración de los recursos humanos y buena gestión en la confección de presupuestos y gestión de repuestos. Los responsables de mantenimiento tienen que analizar la obsolescencia de activos, basándose en históricos de funcionamiento y costos. Se debe tener en cuenta los requisitos legales de inspecciones reglamentarias, así como los requisitos de control de calidad y medioambiental que están sujetos a normativas nacionales e internacionales.

También la última aportación viene de la normalización de la gestión de los activos físicos, sobre la base de la norma británica PAS 55-1, que dio paso a la norma internacional ISO 55001.

La PAS 55 posee la estructura de cualquier norma ISO (basada en los círculos de mejora continua: planificar, hacer, verificar y actuar).

La siguiente figura da una visión general de la Estructura del Sistema de Gestión apoyada con la rueda de Deming (en azul).

¹¹ <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/calculadoras/calculadora-mtbf-y-mttr/>



Figura 4: Estructura de PAS 55.

Fuente: libro de Durán “Gestión de Mantenimiento bajo estándares internacionales como PAS 55 Asset Management”

2.2.5. MODELO PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El modelo del diseño propuesto es necesidad para una buena gestión de mantenimiento el contexto estratégico y operacional de cualquier empresa comercializadora de combustibles. El diseño del modelo tiene en cuenta las restricciones que podrían limitar los planes de mantenimiento preventivo de una empresa comercializadora de combustibles. En este diseño se considera siete etapas con el empleo de herramientas de confiabilidad operacional, dentro de ellas se encuentra, el proceso de selección de repuestos críticos, de equipos críticos y la afectación positiva de las tecnologías en la gestión del mantenimiento en las empresas comercializadoras de GNV y el análisis de la jerarquización de equipos críticos, para una mejor

optimización en el modelo de diseño de mantenimiento y los planes y estrategias para la mejora continua de sus procesos.

Adicionalmente, el modelo describe cómo gestionar y optimizar de manera continua todos los procesos que tienen que ver con la planificación, programación y ejecución del mantenimiento, teniendo en cuenta ciertas restricciones durante la gestión del mantenimiento.

Es un diseño de modelo dinámico, secuencial y generan el curso de acciones en un proceso de gestión para asegurar la eficiencia, eficacia y mejora continua del mismo.

Toda empresa debiera disponer de información suficiente de sus activos para analizar y desarrollar las etapas que proponemos en el siguiente modelo de gestión de mantenimiento.

2.2.5.1. ETAPAS DEL MODELO DE DISEÑO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

Se presenta el modelo de diseño propuesto de gestión de mantenimiento para empresas comercializadoras de GNV, enmarcados dentro del ciclo de Deming de la mejora continua de sus operaciones en base a herramientas de confiabilidad operacional que cuenta con siete etapas y se expondrá a continuación cada una de ellas:

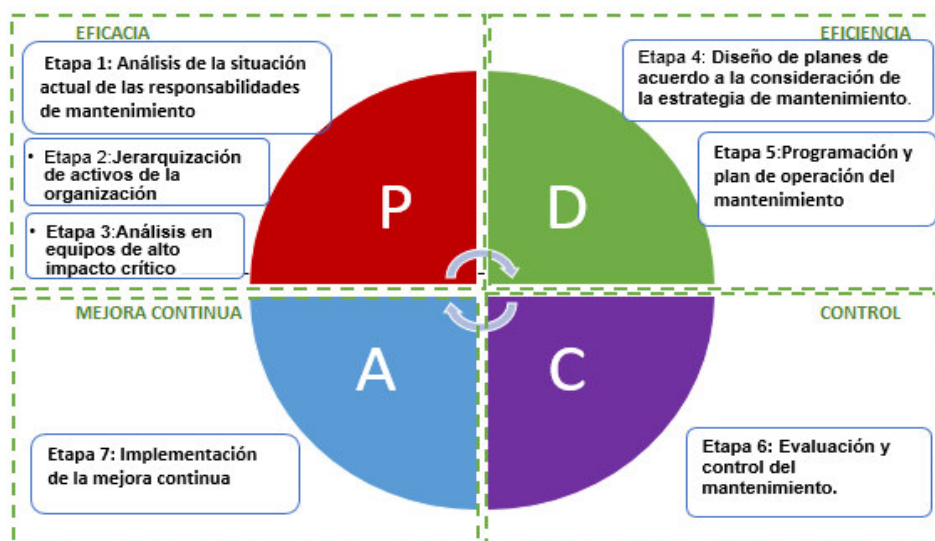


Figura 5: Representación de las siete etapas propuestas.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5.1.1. Etapa 1: Análisis de la situación actual de las responsabilidades de mantenimiento:

El análisis de la situación actual se resume en la evaluación o diagnóstico de la situación actual debe considerar todos aquellos aspectos relacionados con el mantenimiento de equipos, los objetivos, la planificación, misión, visión, ejecución de las tareas de mantenimiento, histórico de fallas, el análisis de causas y efectos de los problemas en la gestión de mantenimiento a proponer.

Se debe establecer una estrategia orientada a esos objetivos y determinando las responsabilidades del personal implicado a nivel operacional.

Determinar, en base a los objetivos de la empresa, los objetivos de mantenimiento, por ejemplo: valores estimados para los siguientes indicadores de gestión: disponibilidad de equipos, confiabilidad, mantenibilidad de equipos.

Determinar los indicadores claves para la evaluación de la confiabilidad operacional de los equipos dentro del sistema de gestión planteado (Key Performance Indicators-KPIs).

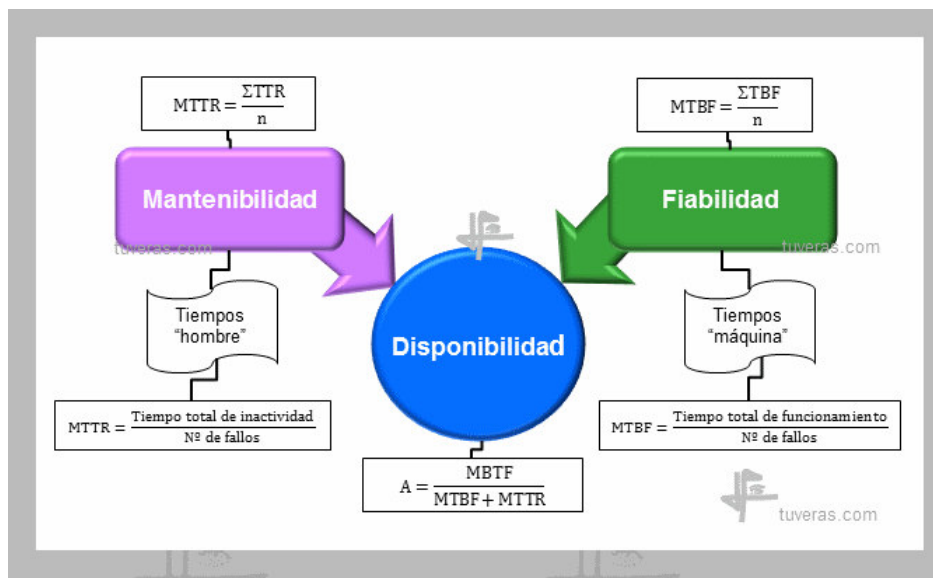


Figura 6: Indicadores de gestión de mantenimiento.

Fuente: <https://www.mindomo.com/es/mindmap/tema-i-funcion-del-mantenimiento-1330abb03b76492b94829947d793a68d>

2.2.5.1.2. Etapa 2: Jerarquización de activos de la organización:

Cuando se tenga definido el análisis actual de las responsabilidades dentro de un diseño y gestión de mantenimiento, resulta importante jerarquizar los activos físicos de la organización en base a su criticidad, es decir, en su mayor o menor impacto en sistema a mantener.

Para realizar el análisis de criticidad se usará una metodología que permite definir la jerarquía o prioridades de un proceso, sistema, equipos, según el parámetro de valor conocido como "Criticidad" que es proporcional al "Riesgo", facilitando la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando los esfuerzos y recursos que tienen mayor impacto en el negocio, obteniendo la Matriz de Criticidad.

2.2.5.1.3. Etapa 3: Análisis en equipos de alto impacto crítico:

Realizada la jerarquización de los activos en función de su criticidad, el siguiente paso será la inspección técnica-visual a detalle de todos los equipos clasificados como críticos para la planta. Mientras los demás equipos semicríticos serán inspeccionados someramente, con un menor nivel de detalle y los activos no críticos no se asignarán recursos de inspección en el sistema, a los equipos no críticos se les permitirá operar hasta que fallen.

Será muy importante considerar en esta etapa la matriz RCM para la identificación de los fallos repetitivos y crónicos de los equipos críticos debidamente aportado por el responsable de mantenimiento, con este registro será posible eliminar las fallas y controlar dicho modo de falla. Esta contribución permitirá contribuir a lograr un mejor diseño de gestión de mantenimiento.

2.2.5.1.4. Etapa 4. Diseño de planes de acuerdo a la consideración de la estrategia de mantenimiento:

Estrategia de mantenimiento a utilizar:

Una de las estrategias más utilizadas es identificar los procesos de entrada y salida para establecer las tareas de mantenimiento preventivo aplicables a esta investigación y determinar su impacto con el medio ambiente.

Después de los resultados obtenidos con la estrategia escogida, el diseño del plan de mantenimiento preventivo y la frecuencia será determinada por el responsable de ejecutarla y por la empresa de comercializadora de combustibles con su mantenedor debidamente acreditado ante OSINERGMIN.

2.2.5.1.5. Etapa 5. Programación y plan de operación del mantenimiento:

En esta etapa se debe realizar una programación detallada de todas las actividades de mantenimiento, para el negocio durante la ejecución de las tareas. La programación del mantenimiento debe efectuarse a corto, medio y largo plazo, según el siguiente diagrama:

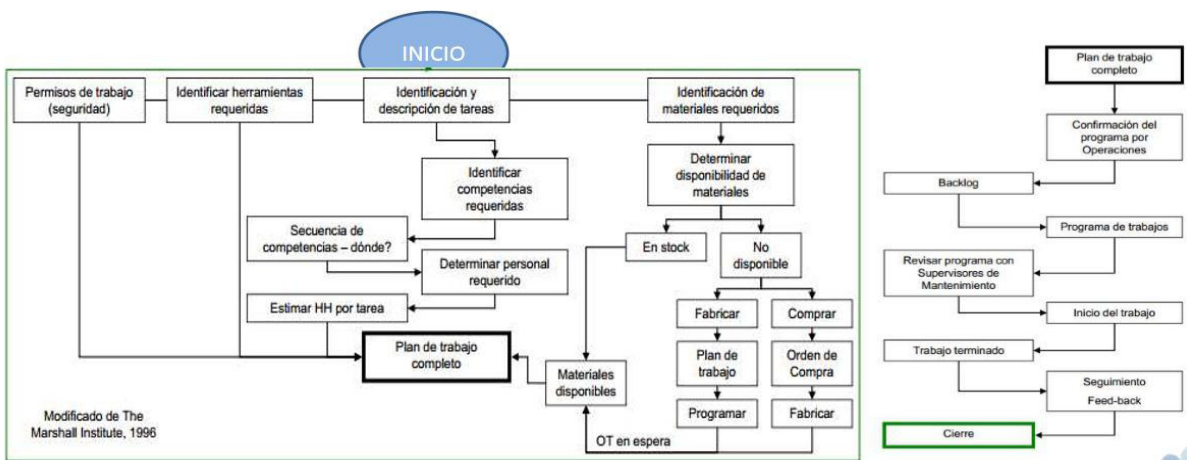


Figura 7: Flujograma de programación de mantenimiento.

Fuente: Modificado de The Marshall Institute, 1996

2.2.5.1.6. Etapa 6. Evaluación y control del mantenimiento:

Para registrar los eventos y posterior estudio de los mismos es necesario crear el formato de mantenimiento con los procesos a realizar dentro de la empresa, asimismo se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Consideraciones para realización de la hoja de trabajo de mantenimiento:

- Mejora continua entre los procesos de la gestión de mantenimiento.
- Planificación y gestión de recursos.
- Jerarquización de equipos.

2.2.5.1.7. Etapa 7. Implantación del proceso de mejora continua:

Un buen control permite mejorar la eficiencia de la gestión de mantenimiento mediante la aplicación de herramientas estratégicas para la mejora continua de los procesos con el Lean Maintenance, que es necesario para una buena planificación, investigación, desarrollo y operación para el modelo de gestión de mantenimiento planteado.

Una vez diseñado el modelo de gestión de mantenimiento es indispensable contar con herramientas del mantenimiento esbelto que deben ser permanentes para la implantación del modelo de mejora continua a sus procesos.

2.2.6.- AUDITORIA DE MANTENIMIENTO

Las empresas que comercializa GNV, debe de tener en cuenta lo siguiente para poder implementar esta gestión dentro de su organización:

- Determinar si la gestión de los principales aspectos relacionados con el mantenimiento es la adecuada con respecto al modelo definido.
- Tener en cuenta que esta herramienta de mejora detecta los puntos que no gestionan correctamente para proponer un plan de acción realmente útil y rentable.

Los procesos a auditar principalmente son:

- Rendimiento del personal de mantenimiento
- El plan de mantenimiento
- Herramientas técnicas.
- Gestión del repuesto.
- Procedimientos: existencia, estructura, implementación real
- La gestión de la información: informes, indicadores, etc.

2.2.6.1 La metodología empleada

- Análisis de diversa documentación.
- Entrevistas con los responsables de planta.
- Visita a las instalaciones.

2.2.6.2 Informe final

Expone las, fortalezas y debilidades de la organización, identificando todos aquellos puntos susceptibles de optimización y propone cambios organizativos y de gestión que implican cambios para la mejora del sistema de mantenimiento, indicando incluso plazos y responsables para llevar a cabo estos cambios.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

El listado de términos que se presenta en esta sección corresponde al glosario, siglas y abreviaturas del Subsector Hidrocarburos aprobado mediante Decreto Supremo N° 032-2002-EM, según lo siguiente:

- **ACOMETIDA:** En la distribución de gas natural por Red de Ductos es la Instalación que permite el suministro de gas natural desde las redes de distribución. La acometida tiene como componentes el tubo de conexión, el medidor y los equipos de regulación y accesorios necesarios. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.2).
- **ACTIVIDAD DE COMERCIALIZACIÓN DE HIDROCARBUROS:** Aquella que es llevada a cabo por empresas debidamente autorizadas, y directamente relacionadas con la importación, exportación, almacenamiento, transporte, distribución o venta de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.3).
- **ACTIVIDAD DE HIDROCARBUROS:** Es la operación relacionada con la Exploración, explotación, procesamiento o refinación, almacenamiento, transporte, comercialización y distribución de hidrocarburos. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p. 3).
- **ALMACENAMIENTO A PRESIÓN:** En el almacenamiento, aquel recipiente de almacenamiento, cuya presión de diseño es mayor que la presión atmosférica. No se incluye a los tanques de almacenamiento de baja presión. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.3).
- **ÁREA DE CONCESION:** En el caso de la distribución de gas natural por red de ductos, es la superficie geográfica delimitada y descrita en el contrato de concesión, dentro de la cual el

concesionario presta el servicio de distribución. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p. 5).

- **AREA PELIGROSA:** En el caso del almacenamiento, es el área donde existe o puede existir una atmósfera peligrosa. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.5).
- **AREA PROTEGIDA:** Edificación o instalación en propiedad adyacente a instalaciones de almacenamiento de hidrocarburos, localizado en una zona que dispone de compañías de bomberos o que la misma instalación dispone de su propia brigada contraincendio. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.5).
- **BIENES DE LA CONCESIÓN:** El Sistema de Distribución y los derechos, que son indispensables para prestar el servicio de Distribución, y que serán transferidos o devueltos, según sea el caso, por el Concesionario al Estado a la terminación de la Concesión, y que, a su vez, serán entregados en Concesión por el Estado al nuevo Concesionario. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.6).
- **CONSUMIDOR DIRECTO:** Persona que adquiere en el país o importa Combustibles y/o Otros Productos Derivados de Hidrocarburos para uso propio y exclusivo en sus actividades y que cuenta con instalaciones para recibir y almacenar los referidos productos con capacidad mínima de 1m³ (264.17 gl). En el caso de Gas Licuado de Petróleo la capacidad mínima es de 0.45 m³ (118.88 gl). Los Consumidores Directos se encuentran prohibidos de suministrar combustibles y Otros Productos Derivados de Hidrocarburos a terceros, excepto cuando sus instalaciones se encuentren ubicadas en zonas alejadas de los establecimientos de venta al público y la naturaleza de su proceso productivo o de servicio amerite que se comparta sus facilidades de almacenamiento, instalaciones y disponibilidad de combustibles con sus proveedores,

contratistas, subcontratistas y asociados sólo en el caso de empresas de transporte, que ejecuten trabajos para ellos, a fin de no interrumpir sus operaciones. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.10).

- **COMERCIALIZADOR:** En el caso del transporte de hidrocarburos por ductos y de distribución de gas natural por red de ductos, es la persona que compra y vende gas natural o capacidad de transporte o distribución, por cuenta propia o de terceros, sin ser Concesionario ni transportista, fuera del área de distribución exclusiva. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.9).
- **CONCESIÓN:** Derecho que otorga el Estado a una persona natural o jurídica para prestar el servicio de transporte de hidrocarburos por ductos o de distribución de gas natural por red de ductos, incluyendo el derecho de utilizar los bienes de la concesión para la prestación de dicho servicio. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.10).
- **CONCESIONARIO:** Persona establecida en el Perú conforme a las leyes peruanas, a quien se le ha otorgado una Concesión para el Transporte de Hidrocarburos por Ductos o de Distribución de Gas natural por Red de Ductos. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.10).
- **CONTRATISTA:** El artículo 9 de la Ley N° 26221 determina que comprende tanto al contratista de los contratos de servicios, como al licenciataria de los contratos de licencia a menos que se precise lo contrario. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.12).
- **CONTRATO DE SUMINISTRO:** En la Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, es el Contrato celebrado entre el Concesionario y los Consumidores para el suministro de Gas Natural. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.12).

- **EMPRESA FISCALIZADORA:** Persona inscrita en el registro de fiscalizadores de hidrocarburos del OSINERGIM, encargada de efectuar la fiscalización de las actividades dentro del ámbito de su competencia y de los exámenes especiales (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.16).
- **EQUIPO APROBADO:** En el Almacenamiento de Hidrocarburos, es el equipo o instrumento que ha sido enviado a la Autoridad Competente para su examen o prueba, y respecto del cual ha emitido un certificado aprobando su uso en la aplicación indicada. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.16)
- **ESTABLECIMIENTO DE VENTA AL PÚBLICO DE COMBUSTIBLES:** Instalación en un bien inmueble donde los Combustibles son objeto de recepción, almacenamiento y venta al público. En el país, también se les denomina Estaciones de Servicio, Grifos, Grifos Flotantes, Grifos de Kerosene, Grifos Rurales y Grifos en la vía pública. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.17).
- **ESTACIÓN:** En la Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, es la Estación de regulación/reducción de presión, de medición, odorización, o una combinación de ellos. En el caso del Transporte de Hidrocarburos por Ductos, es la Instalación perteneciente a un Sistema de Transporte, que consiste en tuberías, equipos, sistemas auxiliares, instrumentos de control y otros, que pueden ser para el bombeo, compresión, reducción/regulación/alivio de presión, medición, almacenamiento/embarque, o una combinación de ellos. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.17).
- **FISCALIZACIÓN:** Función que realiza el OSINERGMIN, según la cual debe fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas relacionadas con las actividades de

Hidrocarburos, así como el cumplimiento de las normas legales y técnicas referidas a la conservación y protección del ambiente en el desarrollo de dichas actividades. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.19).

- **FISCALIZADOR:** Representante de OSINERGMIN o persona inscrita en el registro de fiscalizadores de este organismo, que está encargado de efectuar la fiscalización de las actividades de hidrocarburos. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.19).
- **GAS NATURAL:** Mezcla de hidrocarburos en estado gaseoso, puede presentarse en su estado natural como gas natural asociado y gas natural no asociado. Puede ser húmedo si tiene condensado, o ser seco si no lo contiene. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.20).
- **HIDROCARBURO:** Compuesto orgánico, gaseoso, líquido o sólido, que consiste principalmente de carbono e hidrógeno. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.21).
- **INCIDENTE:** Ocurrencia de derrame, escape o descarga de un Material Peligroso, que no origina incendio, explosión, lesiones personales o muerte, pero que ocasiona o puede ocasionar daños materiales o ambientales. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.22).
- **INSTALACIÓN DE HIDROCARBUROS:** Planta, local, estructura, equipo o embarcación utilizados para buscar, producir, procesar, almacenar, transportar, distribuir y comercializar Hidrocarburos. Dentro de las Instalaciones de Hidrocarburos se comprende a los emplazamientos en superficie y en subsuelo, en el zócalo continental o mar afuera. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.22).
- **MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:** En el Transporte de Hidrocarburos por Ductos es el documento que contiene los procedimientos detallados para la operación del Sistema de Transporte, así como los procedimientos y planes de mantenimiento de las

instalaciones. En la Distribución de Gas Natural por Red de Ductos es el documento que contiene los procedimientos detallados para la operación del Sistema de Distribución, así como los procedimientos y planes de mantenimiento de las instalaciones. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.24).

- **METRO CÚBICO ESTÁNDAR O M3(ST):** Cantidad de Gas Natural que ocupa un metro cúbico (m3) a una temperatura de quince grados centígrados (15C) y a una presión absoluta de 1 013 milibar (mbar). (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p. 25).
- **RAMAL:** El Ducto secundario que conectado al Ducto original permite el Transporte de Hidrocarburos hacia puntos divergentes de la ruta del Ducto original. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.31).
- **REGISTRO DE HIDROCARBUROS:** Registro constitutivo unificado donde se inscriben las personas que desarrollan actividades de transporte de Petróleo Crudo, procesamiento, refinación, Petroquímica Básica y las Actividades de Comercialización de Hidrocarburos. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015, p.32).
- **REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD INTEGRAL:** El desarrollado por la Empresa Autorizada, que contiene las normas y disposiciones propias de cada Actividad de Hidrocarburos, con la finalidad de regular el curso del trabajo, para que éste se desarrolle en óptimas condiciones de seguridad. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.32).
- **SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN:** En la Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, es la parte de los Bienes de la Concesión que está conformada por las estaciones de regulación de puerta de ciudad (city gate), las redes de Distribución, las estaciones reguladoras y las

Acometidas, y que son operados por el Concesionario, bajo los términos del Reglamento y del Contrato. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.34).

- **TRANSPORTE:** Transporte de Hidrocarburos por Ductos. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.37).
- **TRANSPORTISTA:** Es la persona que se dedica al transporte de Combustibles Líquidos o de Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos, mediante camiones tanque o camiones cisterna, barcazas, chatas o buques-tanque, desde las Refinerías hacia las Plantas de Abastecimiento o Terminales, de éstas a otras Plantas de Abastecimiento o Terminales, Establecimientos de Venta al Público de Combustibles y a Consumidores Directos, con unidades de transporte propias o de terceros. Está prohibido de comercializar Combustibles Líquidos u Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos con terceros. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.37).
- **VÁLVULA DE REVELO O DE ALIVIO:** Mecanismo de liberación de presión, automático, accionado por la presión corriente encima de la válvula. La válvula se abre en proporción al aumento de presión sobre la presión de apertura. Es usada principalmente en Tanques que almacenan Líquidos. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.38).
- **VÁLVULA DE REVELO DE PRESIÓN:** Término genérico que se aplica a la Válvulas de Relevo, de Seguridad o de Relevo de Seguridad. (OSINERGMIN, PUBLICACIONES, 2015,p.38).

CAPÍTULO III FORMULACIÓN DE HIPOTESIS

3.1. HIPÓTESIS GENERAL

El diseño un sistema de gestión de mantenimiento en un Establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional evitará significativamente el desabastecimiento y reducirá las fallas en los equipos.

3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

La hipótesis especifica 1:

El diseño de un sistema de gestión de mantenimiento en un Establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional evitará significativamente el desabastecimiento

La hipótesis especifica 2:

El diseño de un sistema de gestión de mantenimiento en un Establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional reducirá significativamente las fallas en los equipos.

3.3. VARIABLES

Variable independiente:

X: El diseño un sistema de gestión de mantenimiento en un Establecimiento de venta al público de GNV.

Indicadores:

Disponibilidad de equipos

Variable dependiente:

Y: Desabastecimiento y fallas en los equipos.

Indicadores:

Criticidad de equipos

Modos de fallas de equipos

Tasa de fallas de equipos

Tiempo medio entre fallos de equipos (confiabilidad)

Tiempo medio de reparación de equipos (mantenibilidad)

CAPÍTULO IV DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

En el presente capítulo se expondrá la metodología que se utilizó en la investigación. Incluye el nivel, tipo de investigación y diseño de investigación, población y muestra, técnicas de recolección de datos y técnicas de procesamiento y análisis de datos.

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo del presente estudio se realiza mediante el tipo de investigación por caso, tomando en consideración a una de las empresas con presencia en el sector, cuyo nombre será mantenido en reserva debido a que no se tiene la autorización del caso para la divulgación de la información, siendo la investigación de tipo descriptivo y explicativo, debido a que explica las condiciones y factores internos y externos que son clave para un diseño de un modelo gestión de mantenimiento industrial de un Establecimiento de venta al público de GNV.

En armonía con lo señalado, el presente estudio es descriptivo, porque se selecciona una serie de problemas presentes en las actividades operativas del mantenimiento de equipos, luego estudia estos problemas hasta encontrar sus causas con la finalidad de proponer alternativas de solución adecuadas.

Se emplea también la investigación de tipo explicativa, la cual a través del estudio de las operaciones de las actividades de mantenimiento , busca verificar la hipótesis causal planteada.

Según (Yuni Alberto & Urbano, 2006, p.34), indican que las investigaciones explicativas intentan revelar la naturaleza de las relaciones (causa/efecto) mediante comparaciones, intentando predecir una relación causal, explicar un fenómeno y/o controlar la ocurrencia de un hecho o situación.

Por otro lado, es una investigación correlacional, porque en la misma se podrá obtener el grado de relación entre dos variables, agregando a la investigación un valor explicativo y parcial. La relación que se pretende explicar es la que se plantea entre la implementación de

un diseño de un sistema de gestión de mantenimiento, las mejoras en las actividades operativas que este puede lograr y la reducción fallas, evitando el desabastecimiento, aplicando herramientas de confiabilidad operacional.

4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es bibliográfico o documental dada la recolección de información secundaria de los dos últimos años, es sobre la participación del sector hidrocarburos y su impacto en la economía peruana, incluida la experiencia en las actividades de gestión e identificación de procesos y factores en la implementación de un diseño de un sistema de gestión de mantenimiento industrial de un Establecimiento de venta al público de GNV, según mi experiencia profesional.

4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Se debe tener en cuenta que no se cuenta con la autorización para incluir en la presente investigación el nombre de la empresa sobre la cual se realiza el estudio, esto no afecta la veracidad de la información conseguida. El siguiente resultado para la población (clientes), que abastece un establecimiento de venta de GNV en el año 2015, se describe en la tabla:

TOMADOS DEL AÑO 2015			
ITEM	MESES		
		VENTAS MENSUAL DE GNV EN M3	TOTAL TICKETS DE VENTA MENSUAL
1	ENERO	62000	1240.0
2	FEBRERO	84000	7000.0
3	MARZO	124000	9539.0

4	ABRIL	105000	11667.0
5	MAYO	124000	12400.0
6	JUNIO	117600	1470.0
7	JULIO	139500	17438.0
8	AGOSTO	77500	5167.0
9	SETIEMBRE	90000	900.0
10	OCTUBRE	108500	9864.0
11	NOVIEMBRE	148800	1654.0
12	DICIEMBRE	155000	10334.0
		TOTAL N° CLIENTES	88673.0

Tabla 2: Total de ventas en el año 2015.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la Muestra

Para hallar la muestra, se tomará en cuenta la fórmula con los siguientes datos:

Margen error: 10%

Nivel de confianza: 90% (Z=1.65)

Poblacion: 88673

Tamaño de muestra: 68

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza deseado

p= Proporción de la población con la característica deseada (éxito)

q= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)

e= Nivel de error dispuesto a cometer

N= Tamaño de la población

Por lo tanto, se trabajará esta investigación con 68 clientes en un determinado tiempo para probar evitar el abastecimiento.

4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

Para llevar a cabo una efectiva evaluación se requiere buscar información confiable, para lo cual será necesario el uso de determinadas técnicas de recolección de datos. Entre las técnicas de recolección de datos utilizadas según el tipo de investigación se encuentran:

Observación directa: Es utilizada durante todo el estudio, por ser una de las más efectivas herramientas de investigación que sirve para alcanzar los objetivos planteados y se puede definir como el examen atento de los diferentes aspectos de un fenómeno a fin de estudiar sus características y comportamiento dentro del medio donde este se desenvuelve.

Revisión documental: Se revisaron los registros sobre los sistemas de gestión de activos, los cuales sirven de soporte y guía para desarrollar las técnicas que nos permiten evaluar, analizar y diseñar las posibles soluciones a los problemas presentados.

Asimismo se reviso los decretos supremos, normas técnicas peruanas, que hacen referencia a la acreditación de un mantenimiento de instalaciones de gas natural.

4.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Con la finalidad de llevar a cabo el análisis de los datos se utilizan herramientas informáticas que brindan el soporte necesario para obtener la precisión requerida en los resultados y que permitan agilidad en el procesamiento de la información obtenida en la recolección de datos.

En primer lugar, la información recogida es trabajada en Excel para la obtención de los indicadores establecidos en la operacionalización de las variables.

Para esto es necesario que se realicen dos mediciones, la primera año 2015, que sirve como línea base (y es mostrada en esta investigación) y la segunda año 2016, que deberá llevar a cabo para evaluar posteriormente su evolución al introducir los cambios que autoregulen el proceso de gestión.

CAPÍTULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presenta el análisis e interpretación de resultados de la investigación.

Las hipótesis que debe validar para este trabajo serán un aporte para la solución de mejoras en el proceso de diseño de la gestión de mantenimiento de un Establecimiento de venta al público de GNV , como aporte a las empresas nuevas que quieran incursionar en este tipo de negocio y a las empresas que requieran mantenerse en el mercado.

5.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADO

Para realizar la presentación de resultados para la implementación de un diseño para la gestión de mantenimiento de un establecimiento de venta al público de GNV, debemos de conocer la distribución de planta de una empresa comercializadora de GNV con las siguientes consideraciones:

El inicio de la instalación de red de gas que abastece a un parque automotor en la venta al público de GNV, está diseñado de acuerdo al cálculo de presión del número de islas del proyecto para abastecer a las unidades de transportes y la factibilidad de suministro que la concesionaria entrega al momento de la solicitud; mediante este cálculo se pueden instalar uno o mas compresores, el gas natural para poder ser despachado por las islas de GNV es comprimido a 250 bar (3625.94 psi) en cilindros de almacenamiento y desde allí a través de un dispensador abastece a los vehículos con una presión de hasta 200 bar (3000 psi).

5.1.1 Normatividad aplicable a considerar para la gestión de mantenimiento de un Establecimiento de venta al público de GNV.

- D.S. N° 006-2005-EM (04/02/2005)
- Reglamento para la instalación y operación de Establecimiento de venta al público de gas natural vehicular.
- D.S. N° 063-2005-EM
- Normas para promover el consumo masivo de gas natural.
- D.S. N° 009-2006-EM

- Declaran de interés nacional el uso del gas natural vehicular y modifican el reglamento para la instalación y operación de establecimientos de venta al público de gas natural vehicular aprobado por D.S. N° 006-2005-EM.
- D.S. N° 003-2007-EM
- Disposiciones para la simplificación de procedimientos administrativos para la obtención de autorizaciones de instalación y operación de Establecimientos de venta al público de gas natural.
- D.S. N° 050-2007-EM
- Modificación del reglamento para la instalación y operación de Establecimientos de venta al público de gas natural vehicular.
- D.S. N° 003-2008-EM
- Modifican el D.S. N° 050-2007-EM
- Normas complementarias aplicables para la instalación y operación de establecimientos de venta al público de GNV y estaciones de compresión de Gas natural.
- NTP 111.012:2004
- Terminología del gas natural
- NTP 111.013:2004
- Cilindros de alta presión para almacenamiento de gas natural
- NTP 111.019:2004
- Normas para diseño de Establecimientos de venta al público de GNV
- NTP 111.020: 2004
- Requisitos de instalación, operación y mantenimiento de compresores

Para la implementación de un diseño para la gestión de mantenimiento industrial de un Establecimiento de venta al público de GNV, se deben de tener en cuenta seguir las siete etapas visto en las bases teóricas, que desarrollaremos a continuación:

5.1.2. Análisis de las siete etapas:

5.1.2.1. Etapa 1: Análisis de la situación actual de las responsabilidades de mantenimiento:

A fin de analizar la situación actual, escenario y estrategia a utilizar de una empresa comercializadora de GNV, se identificarán tres operaciones a fin de clasificar el o los equipos críticos a considerar para el diseño del plan estratégico del modelo de gestión de mantenimiento a proponer.

5.1.2.1.1 Operación 1 -Recepción filtrado y regulación del gas natural

En este proceso se efectúa la recepción del suministro de Gas Natural mediante una tubería de acero al carbono, calidad API 5L material ASTM A-53 Grado B ó similar, hasta la Estación de Regulación y Medición de un diámetro de 2” a 3” con SCH 80. Se mide la presión para la aspiración del compresor y se filtra el material particulado.

Las Estaciones de Regulación y medición de Gas Natural Vehicular, tienen tres diseños en operación que a continuación detallaremos:

A) Diseño 1 en operación: GNV con regulación.

Contiene los siguientes sistemas:

- Válvula de Seguridad de Línea (Equipos: Válvulas de alivio)
- Sistema de Filtrado (Equipos: Elementos Filtrantes)

- Sistema de Regulación (Equipos: Válvulas reguladoras)
- Sistemas de Medición (Equipos: medidor de gas natural, corrector de flujo)



Figura 8: GNV con regulación.

Fuente: CALIDDA.

B) Diseño 2 en operación: GNV sin regulación.

Contiene los siguientes sistemas:

- Válvula de Seguridad de Línea (Equipos: Válvulas de alivio)
- Sistema de Filtrado (Equipos: Elementos Filtrantes)
- Sistemas de Medición (Equipos: medidor de GNV y Corrector de Flujo)



Figura 9: GNV sin regulación.

Fuente: CALIDDA.

Diseño 3 en operación: GNV sin regulación Grande.

Contiene los siguientes sistemas:

- Válvula de Seguridad de Línea (Equipos: Válvulas de alivio)
- Sistema de Filtrado (Equipos: Elementos Filtrantes)
- Sistemas de Medición (Equipos: medidor de gas natural, corrector de flujo)

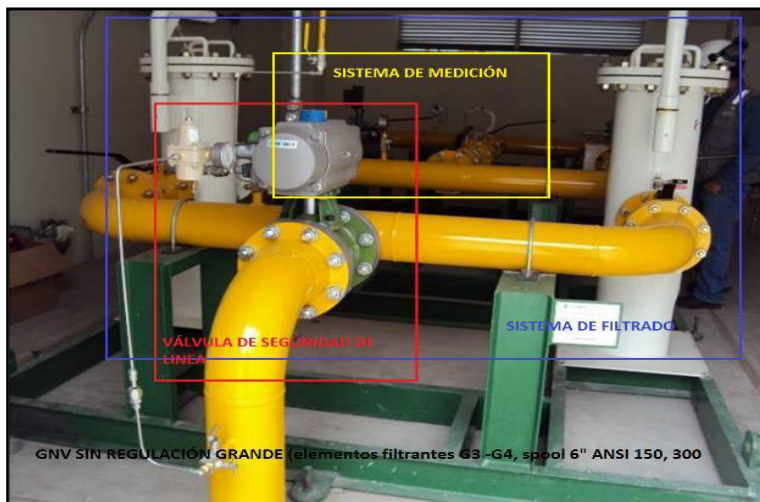


Figura 10: GNV sin regulación Grande.

Fuente: CALIDDA.

5.1.2.1.2 Operación 2- compresión y almacenamiento del gas natural

Entra en este proceso el gas natural entre 27-50 bar, después es comprimido en el compresor con aeroenfriamiento intermedio hasta la presión de descarga de 250 bar. A la salida el gas es enviado directamente al dispensador de carga y almacenado. Estos equipos y sus instalaciones funcionan de manera automática y cuentan con válvulas de accionamiento remoto de tipo solenoide, interruptores de alta y baja presión de gas, interruptor de baja presión de aceite, interruptor de sobre carga del motor, interruptor de alta temperatura, válvulas manuales de aislamiento, válvulas de alivio de presión, válvulas de venteo, filtros y dispositivos antivibratorios entre otros.



Figura 11: Compresor de GNV.

Fuente: ENERGIGAS S.A.C.



Figura 12: Almacenamiento de GNV.

Fuente: ENERGIGAS SAC.

5.1.2.1.3 Operación 3 – Despacho a unidades de transporte.

En esta operación se suministra de Gas Natural Comprimido que se encuentra en el almacenamiento o directamente del compresor a las unidades de transporte a través de los postes de carga.

Se inicia cuando el transporte maniobra para acercarse al punto de carga y es atendido por el personal. Se apaga el motor de la unidad, el chofer procede a colocar los tacos de madera en los neumáticos, para evitar el movimiento del mismo, estos aseguran las ruedas.

El operario inspecciona el estado del contenedor y verifica que no existen fugas, que panel de descarga se mantiene y que en el transporte no ha tenido ningún tipo de problemas con respecto a la estructura y mecanismos de operación. Verifica que los equipos extintores estén operativos y en su lugar, para ser utilizados en caso de una emergencia. y se asegura que el sistema de

iluminación esté 100 % operativo, debido que la operación de carga se puede realizar también en horario nocturno.

El personal de la estación conecta la manguera de carga del poste y los sistemas de comunicación y neumáticos y suministra el gas y verifica que las mismas queden correctamente instaladas, procede con instalar los ganchos de seguridad, que ligan cada manguera a la estructura del contenedor.

Finalizada la carga antes de desacoplar se abre la válvula de venteo y suelta a la atmósfera el poco de gas que queda entrampado en ese tramo a fin de facilitar la maniobra de retiro de los acoples rápidos, caso contrario no se podrá realizar.

El personal del patio desconecta la manguera de carga y mandos neumáticos, retira la toma a tierra y retira los seguros para las ruedas. Finalmente, la unidad enciende el motor en el momento indicado por el personal de la estación, el conductor maniobra y se retira de la estación.



Figura 13: Dispensador de GNV.

Fuente: PRIMAX S.A.

Una vez definidos estas tres operaciones, se procederá a definir la situación actual de las responsabilidades del mantenimiento considerados en el Project Charter y teniendo en consideración el digrama FODA donde se identificarán los objetivos y el organigrama de mantenimiento para una empresa comercializadora de GNV.

5.1.2.1.4 Ventajas competitivas y estrategias FODA:

FODA		FORTALEZAS		DEBILIDADES	
		F 1	Conocimiento del Mercado a traves de la AGESP (asociación de grifos y estaciones de	D 1	Contaminación al medio ambiente por fugas.
		F 2	Se cuenta con proveedores en Latinoamérica con última tecnología de punta.	D 2	Fallas de los equipos debido a ineficiencia de una gestión de mantenimiento.
		F 3		D 3	
OPORTUNIDADES		ESTRATEGIAS FO		ESTRATEGIAS DO	
O 1	Aumento del parque automotor de GNV.	O 1/	Estrategias de marketing, Benchmarking.	O 1/	Distribuir otros tipos de combustibles.
O 2		O 2/ F2	Comunicaciones, uso de tecnologías.		
O 3		O 3/ F3			
AMENAZAS		ESTRATEGIAS FA		ESTRATEGIAS DA	
O 3	Ingreso al mercado de empresas ya establecidas en el rubro, en otros países	O 1/ F1	Asegurar alguna franquicia.	O 3/ D1	Promociones, sorteos, canjes, km lan pass, accesorios de uso personal.
O 3					
O 3					

Figura 14: Matriz FODA.

Fuente: Elaboración propia

5.1.2.1.5 Project Charter:

Project Charter			
Fecha:	01 de Enero del 2016		
Título del proyecto:	Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento de un Establecimiento de venta al público de GNV		
Líder del Proyecto	Johana Quispe Segura		
Champion:	Jorge Esponda Veliz		
Miembros del personal involucrado en el mantenimiento	Puesto	Cantidad	Turnos
Ingeniero	Gerente de operaciones	1	1
Ingeniero	Jefe de SSOMA	1	1
Ing. Industrial	Jefe de Mejora de procesos	1	1
Ingeniero	Jefe de Logística	1	1
IG3	Jefe de mantenimiento	1	3
Técnico Mecánico	Supervisor Mecánico	1	3
Técnico Electricista	Supervisor Electricista	1	3
Enunciado del Problema:	¿Como el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento de un Establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional, es necesario para evitar el desabastecimiento al público y fallas en los equipos?		
Misión / Objetivo:	Cumplir con los requisitos de acreditación de mantenimiento que requiere la consesionario, para la libre venta sin restricciones, enmarcados en un modelo de gestión de mantenimiento.		
Alcance del Proyecto:	modelo para la gestión de mantenimiento.		
Procesos Involucrados:	Operación 1: Regulación y medición Operación 2: Compresión y almacenamiento Operación 3: Despacho a unidades		

Tabla 3: Project Charter.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.1.6 Organigrama inicial 2015

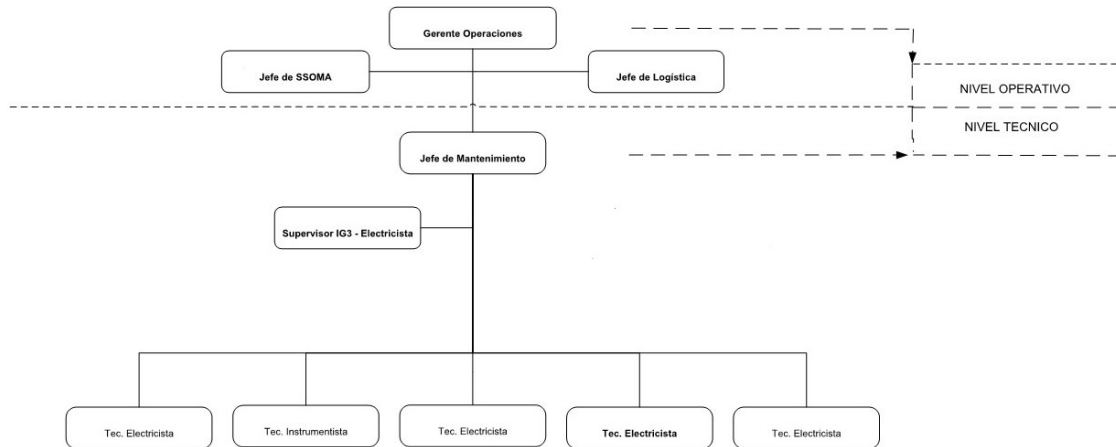


Figura 55: Organigrama inicial de mantenimiento de una empresa de venta de GNV.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.1.7 Organigrama propuesto 2016

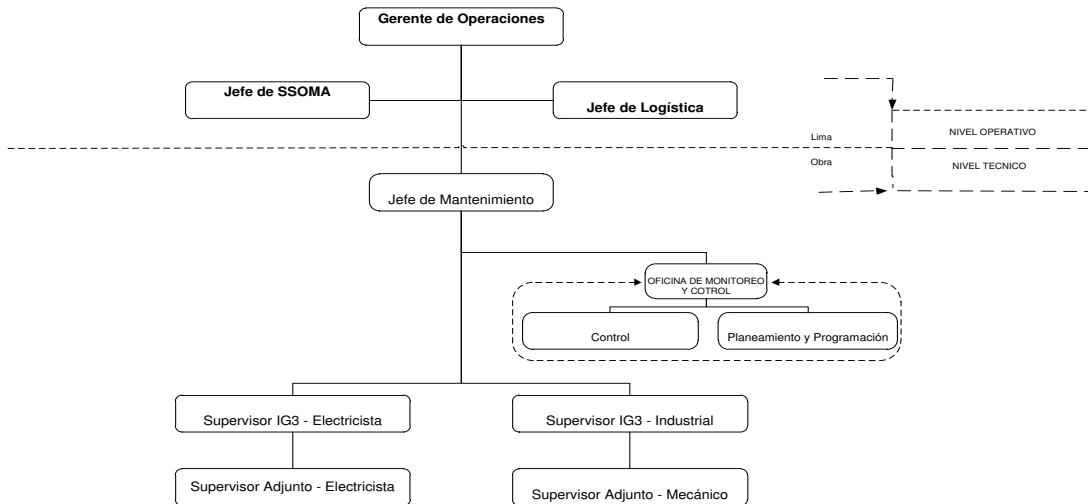


Figura 16: Organigrama propuesto de mantenimiento de una empresa de venta de GNV.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.1.8 Determinación de funciones del personal de mantenimiento

Nº	RESPONSABLE	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
1	Gerente de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Programar y coordinar con su personal y las áreas implicadas para operar los equipos e instalaciones en la estación.
2	Jefe de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar y verificar que tipos de equipos tiene en las áreas para su evaluación de operatividad. • Organizar al personal para desarrollar la evaluación.
3	Supervisores	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar y evaluar los equipos e instalaciones según el área donde este asignado estos pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> a) Cuarto de tableros (revisar el historial de alarmas del panel de control de compresores, horas de trabajo, central de alarma de fugas, tablero de suministro eléctrico, UPS, aire acondicionado, tablero de bombas y surtidores, parada de emergencia, PC con sistema de control de despacho de surtidores etc.) b) revisar nivel de aceite, temperatura, voltaje, combustible, temperatura de

		<p>terma, petróleo, estado de aceite del transformador trifásico, tableros eléctricos, grupo electrógeno, en la ERM, etc.)</p> <p>c) Cuarto de compresores (purgar compresor, revisar el nivel de aceite, presión de agua, temperatura, detectar fugas, operar correctamente la ERM, etc.)</p> <p>d) Ventilador de compresores (revisar el nivel de agua, etc.)</p> <p>e) Surtidores (revisar detección de fugas, voltaje de surtidores, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el estado de las todas las instalaciones como oficinas, playa, market, restauran, servicios, vestuarios, etc.) • Reportar el deterioro de tuberías de red eléctrica, agua, ventilación, gas, rajaduras de infraestructura, iluminación. • Informar a su superior sobre las observaciones encontradas.
--	--	--

Tabla 4: Responsabilidades del personal de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.2 Etapa 2: Jerarquización de activos de la organización:

5.1.2.2.1 Taxonomía de Activos:

Primero se determinará la taxonomía de activos de acuerdo a las siguientes operaciones:

Operación	Sistema	Ensamble	Subensamble
ECEPCIÓN, REGULAC Y MEDICIÓN PRIMARIA	SISTEMA DE MEDICIÓN	MEDIDOR	ACEITE
			CONTADOR
			PARTES BLANDAS
		CORRECTOR	BATERIAS
			ALARMAS
			TIEMPO
	SISTEMA DE REGULACIÓN	VÁLVULAS DE REGULACIÓN	PARTES BLANDAS
		VÁLVULA DE SEGURIDAD Y BLOQUEO	PARTES BLANDAS
		VALVULA DE ALIVIO	PARTES BLANDAS
	SISTEMA DE FILTRACIÓN	FILTROS ACTIVO Y RESERVA	ELEMENTO FILTRANTE
			ESPARRAGOS
			TUERCAS
			TAPA DE FILTRO
			VALVULA DE PURGA
			MANÓMETRO DIFERENCIAL
	VÁLVULA DE SEGURIDAD DE LINEA	VALVULA ACTUADA	UNIONES BRIDADAS
			CONECTORES
			TUBING
			ACTUADOR
			SELENOIDE
			CONEXIONES ELECTRICAS
			PARADA DE EMERGENCIA
			ELEMENTO FILTRANTE
COMPRESIÓN Y ALMACENAMIENTO	COMPRESOR	VALVULAS DE SEGURIDAD Y REGULADORAS	PARTES BLANDAS
		FILTROS DE ACEITE Y AIRE	ELEMENTO FILTRANTE
		RADIADOR	PARTES BLANDAS
		SUB-SISTEMA DE REGULACIÓN	RODAMIENTOS
			BOCINAS
			PIÑONES
			O RINGS
			RETENES
			SELLOS

	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO O		EMPAQUES
			ANILLOS DE PISTONES
		VALVULAS DE SEGURIDAD	PARTES BLANDAS
		CILINDROS	PARTES BLANDAS
DESPACHO A UNIDADES DE TRANSPORTES	DISPENSADORES	VALVULAS REGULADORAS Y SEGURIDAD	PARTES BLANDAS
		MANGUERAS	PARTES BLANDAS
		MEDIDOR	CONTADOR
			ACEITE
			PARTES BLANDAS

Tabla 5: Taxonomía de activos.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente una vez identificados los activos se tendrá que jerarquizarlos de acuerdo al análisis de la criticidad.

El objetivo del análisis de criticidad es establecer un método para la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, en función de su impacto global en las operaciones ante la ocurrencia de averías potenciales, con el fin de optimizar el proceso de asignación de recursos económicos, humanos y técnicos (direccionar esfuerzos).

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}$$

Análisis de Criticidad (Modelo Semicuantitativo*)

EVALUACION SEMICUANTITATIVA DEL RIESGO			
Criticidad Total = Frecuencia de Falla x Consecuencia Consecuencia = [(Impacto Operacional x Flexibilidad Operacional) + Costo Mto + Imp SAS]			
Frecuencia de fallas: Frecuente: Mayor a 2 Fallas / Año Promedio 1-2 Fallas / Año Buena 0.5 -1 Fallas / Año Excelente menos de 0.5 Falla / Año		Costo de Mantenimiento: Mayor o igual a 20,000.0 \$ Inferior a 20,000.0 \$	
	4 3 2 1		2 1
Impacto Operacional: Pérdida de Produccion (Mayor a 75%) Pérdida de Produccion (50% a 74%) Pérdida de Produccion (25% a 49%) Pérdida de Produccion (10% a 24%) Pérdida de Produccion (menor a 10%)		Impacto en la Seguridad, Ambiente y Salud (SAS): Afecta la seguridad humana tanto externa como interna Provoca lesión incapacitante y/o afectación sensible al medio ambiente Afecta las instalaciones causando daños severos Provoca daños menores (accidentes e incidentes) personal propio Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al medio ambiente	
	10 7 5 3 1		8 6 4 2 1 0
Flexibilidad Operacional: No hay stand by, tiempos grandes de logística y reparacion Tiene resrva parcial, tiempos intermedios de logística y reparacion Repuesto disponible			
	4 2 1		

Figura 67: Evaluación semicuantitativa del riesgo.

Fuente: Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos por Carlos Parra y Adolfo Crespo.

Para hallar el nivel de criticidad debemos tener en cuenta las fallas sucitadas en una estación de comercialización de gas natural vehicular, a continuación, se identificarán las fallas mas relevantes y las acciones recomendadas para su ejecución:

5.1.2.2.2. Fallas encontradas y desabastecimiento en el año 2015 y acciones a ejecutar:

Desabastecimiento:

En el mes de Julio del año 2015 hubo una parada de planta, por corte de suministro de Gas Natural, debido a que no se acreditó correctamente ante CALIDDA, el establecimiento de venta al público de GNV, por lo que para la reactivación del suministro, se tuvo que esperar 6 horas: Corte de suministro 12:00 horas del día 12 de Julio del 2015, reapertura del suministro día 12 de Julio 18:00 horas. Debido a este suceso se perdió la atención de aproximadamente 150 clientes.

Fallas encontradas:

a) Desfase de volúmenes entre medidor y unidad correctora.

Acciones a ejecutar:

- Verificar el estado físico del cable transmisor de pulsos (Daños y falso contacto)
- Verificar continuidad del cable transmisor con instrumento multímetro.
- Montar correctamente el transmisor
- Sincronizar la unidad correctora con el medidor
- Verificar durante el consumo si persiste el desfase presentado.
- Si el desfase persiste se comunicará al concesionario.

b) Baterías agotadas

Acciones a ejecutar:

- Comunicar sobre el evento encontrado a la concesionaria.
- Registrar fotográficamente sin flash el evento encontrado
- Registrar pantallazo del tiempo de vida útil restante de la batería encontrada y alarmas generadas.
- Montar la nueva batería y registro fotográfico sin flash.
- Desmontar de batería usada.
- Configurar el tiempo de vida útil de la nueva batería
- Registrar pantallazo del nuevo nivel de batería
- Borrar alarma

c) Ruidos anormales:

Acciones a ejecutar:

- Verificar caudal máximo del medidor
- Verificar nivel óptimo de aceite
- Reajustar pernos de sujeción del medidor
- Si el ruido persiste se comunicará al concesionario.

d) Sensores defectuosos:**Acciones a ejecutar:**

- Verificar estado físico de sensores de temperatura y presión.
- Realizar la calibración de los sensores (según instrumentos patrones).
- Verificar si la variación en los diferentes rangos de medición de los sensores está demasiado distorsionada, necesitan pronto reemplazo.
- Comunicar al concesionario del evento presentado.

5.1.2.2.3 Análisis de criticidad:

Operación	Frecuencia de falla	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costo mantenimiento	Impacto Seguridad, ambiente y salud	NC
RECEPCIÓN, REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA	4	10	4	2	8	200
COMPRESIÓN Y ALMACENAMIENTO	2	7	2	2	8	48
DESPACHO A UNIDADES DE TRANSPORTES	2	7	1	1	6	28

Tabla 6: Analisis de criticidad de las operaciones de un establecimiento de venta al público de GNV.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, nos evocaremos dentro del plan de la gestión de mantenimiento a la operación más critica que es la estación de regulación y medición, empleando estrategias que nos permitan abordar el problema estratégicamente.

5.1.2.3. Etapa 3: Análisis en equipos de alto impacto crítico:

5.1.2.3.1. Implementación de la metodología RCM.

El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM de los equipos críticos en este caso, la estación de regulación y medición de GNV, es eliminar sus fallas mediante una buena gestión de mantenimiento. El análisis de esta metodología aporta una serie de resultados:

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos y sistemas
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta.

Las acciones de tipo preventivo que evitan fallos son de varios tipos:

- Tareas de mantenimiento, que agrupadas forman el Plan de Mantenimiento de una planta industrial o una instalación.

- Procedimientos operativos, tanto de Producción como de Mantenimiento.
- Modificaciones o mejoras posibles.
- Definición de una serie de acciones formativas realmente útiles y rentables para la empresa.

El mantenimiento preventivo se basa en el análisis de fallos, tanto aquellos que ya han ocurrido, como los que se están tratando de evitar con determinadas acciones preventivas como por último aquellos que tienen cierta probabilidad de ocurrir y pueden tener consecuencias graves.

Durante ese análisis de fallos debemos contestar a estas preguntas claves:

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento en cada sistema/maquinaria?
2. ¿Cómo falla cada equipo?
3. ¿Cuál es la causa de cada fallo?
4. ¿Qué consecuencias tiene cada fallo?
5. ¿Cómo puede evitarse cada fallo? (Plan de Mantenimiento)

A) Principios de RCM

- Orientado a la función: Se orienta a preservar la función en el tiempo.
- Enfocado en el sistema: Se orienta a preservar la función de sistemas completos más que a los componentes o equipos individuales.
- Centrado en Confiabilidad: Busca conocer la probabilidad condicional de la falla.
- Reconoce las limitaciones del diseño: El diseño define la confiabilidad más que el mantenimiento.

- Define una falla como una condición no satisfactoria: Puede ser una pérdida de la función (la operación se detiene) o del rendimiento (la operación continúa).
- Usa un método lógico para definir las tareas: Por lo tanto, aplicable a toda clase de equipos.
- Las tareas deben ser efectivas: Deben reducir la probabilidad de falla con un costo efectivo.
- Aplica tres tipos de Estrategias: Definidas por tiempo: Mantenimiento Preventivo. Definidas por Condición: Mantenimiento Predictivo. Definidas por la búsqueda de la falla: Mantenimiento Proactivo.
- Es un sistema dinámico: Toma datos de los resultados obtenidos y los retroalimenta para mejorar al futuro.

Flujograma del RCM

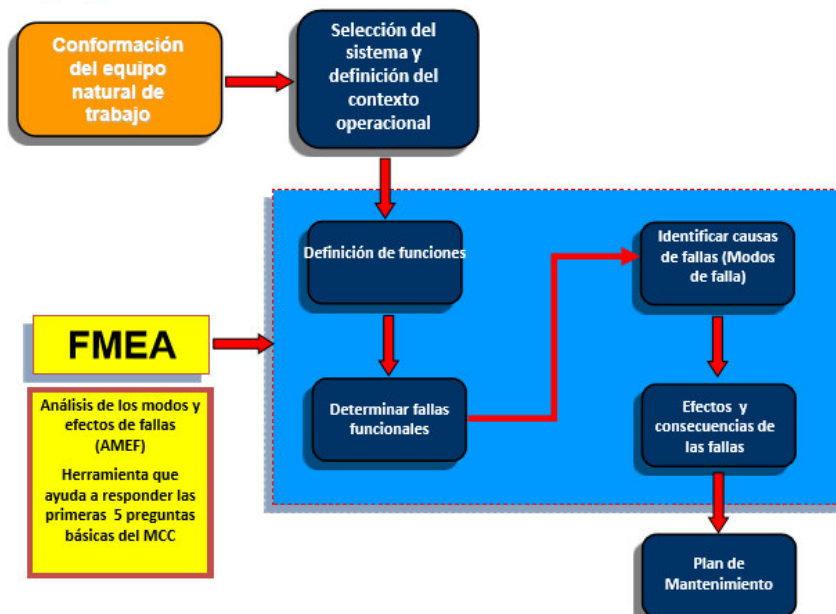


Figura 18: Flujograma RCM.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el análisis RCM de una empresa que comercializa al por menor GNV, se seleccionó al equipo crítico: la estación de regulación y medición que se observo en durante el año 2015, que a continuación describiremos de acuerdo a esta metodología RCM:

5.1.2.3.2. Matriz RCM.

sistemas	Funciones	Fallas Funcionales	Causa de fallas/Modo de Falla	Efectos y Consecuencias de las Fallas	Plan de Mantenimiento
Sistema de medición	Registrar el volumen de gas que pasa hacia las instalaciones internas de la empresa. Este equipo está construido bajo normas de calidad internacionales y se complementa con un regulador de presión con un diseño de alta confiabilidad.	Desfase de volumen entre medidor y unidad correctora	Cable transmisor de pulsos (Daños y falso contacto)	Se incurre en penalidades por parte de la concesionaria por cualquier modificación en los valores de medición.	Mantenimiento preventivo.
		Ruidos	Pernos sueltos, falta de aceite.	Daños al equipo	Mantenimiento preventivo.
		Sensores defectuosos	Descalibración	Pérdidas de ventas	Mantenimiento preventivo.
		pantalla negra	Baterías agotadas	Se incurre en penalidades por parte de la concesionaria por cualquier modificación en los valores de medición.	Mantenimiento preventivo.
Sistema de filtración	Eliminación de partículas sólidas en líneas de gas natural, construidos según especificaciones de código ASME VIII Div. 1 en series 150 #, 300 #, 600 #, etc.	Contaminación del suministro de Gas Natural	Filtro contaminado.	pérdida de ventas	Mantenimiento preventivo.

Sistema de Regulación	Regular la presión de salida a un valor de ajuste. Una solución típica consiste principalmente en dos corrientes reductoras (2 x 100% de capacidad) con dos reguladores cada uno: uno es el regulador principal y el otro se utiliza como una válvula de supervisión/de cierre. El regulador activo normalmente se encarga de reducir la presión al punto de ajuste.	Fugas de Gas	Descalibración, partes blandas en mal estado.	Contaminación, Daños a la propiedad y al personal.	Mantenimiento preventivo.
Válvula de seguridad de línea	Se función será el control del normal suministro de señal neumática y/o eléctrica, y el bloqueo total del elemento de cierre y el tiempo requerido si se requiere en su operación.	Fugas de Gas	Descalibración, partes blandas en mal estado.	Contaminación, Daños a la propiedad y al personal.	Mantenimiento preventivo.

Tabla 7: Matriz RCM, análisis de fallas.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, nombraremos los resultados de las fallas encontradas en el año 2015.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE FALLAS EN EL AÑO 2015:

Operación	Sistema	Componente	N° Fallas	Trabajo realizado
RECEPCIÓN, REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA	SISTEMA DE MEDICIÓN	MEDIDOR	2	Cambio de aceite, cambio de partes blandas
		CORRECTOR	2	Cambio de batería
	SISTEMA DE	VÁLVULAS DE	1	Cambio de partes blandas

	REGULACIÓN	REGULACIÓN		
		VÁLVULA DE SEGURIDAD Y BLOQUEO		
		VALVULA DE ALIVIO		
	SISTEMA DE FILTRACIÓN	FILTROS ACTIVO Y RESERVA	1	Cambio de elemento filtrante
	VÁLVULA DE SEGURIDAD DE LINEA	VALVULA ACTUADA	1	Cambio de elemento filtrante, cambio de partes blancas, lubricación, calibración.

Tabla 8: Numero de fallos en el año 2015 de la estación de recepción, regulación y medición primaria.

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro detallaremos el historial de fallas y los costos ocasionados, a continuacion:

Operación	Sistema	Fecha y hora de parada	Fecha y hora de parada	fecha y hora de arranque	Descripción de fallo	Horas de operación perdida	Costo de reparación USD
RECEPCIÓN, REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA	SISTEMA DE MEDICIÓN	MEDIDOR	02/01/2015 09:03	02/01/2015 10:03	Ruidos, pantalla negra	2	10000
			17/03/2015 09:00	17/03/2015 10:00			
	SISTEMA DE MEDICIÓN	CORRECTOR	07/04/2015 10:00	07/04/2015 11:00	Desfase de volumen entre medidor y unidad correctora, sensores defectuosos.	2	10000
			02/05/2015 16:00	02/05/2015 17:00			
	SISTEMA DE REGULACIÓN	VÁLVULAS DE REGULACIÓN	01/07/2015 08:00	01/07/2015 09:00	Fugas de gas	1	1000
		VÁLVULA DE SEGURIDAD Y BLOQUEO					
		VALVULA DE ALIVIO					
	SISTEMA DE FILTRACIÓN	FILTROS ACTIVO Y RESERVA	04/09/2015 08:22	04/09/2015 09:22	Contaminación del suministro de Gas Natural	1	1000

	VÁLVULA DE SEGURIDAD DE LINEA	VALVULA ACTUADA	08/12/2015 09:00	08/12/2015 10:00	Fugas de gas	1	700
					Valores totales	7	22700

Tabla 9: Historial de fallos y costos año 2015.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.4. Etapa 4. Diseño de planes de acuerdo a la consideración de la estrategia de mantenimiento:

la metodología de RCM propone que se desarrolle el contexto operacional, pero hay que tener en cuenta los siguientes aspectos antes de establecer estrategias del mantenimiento de una ERM:

- Resumen Operativo: Especificar el propósito que cumple el sistema analizar, describiendo los equipos, procesos y dispositivos de seguridad implicados, así como detallar las metas relativas a la seguridad y medio ambiente y establecer planes futuros.
- Personal: Especificar la rotación de turnos de trabajo, las operaciones realizadas y parámetros de calidad definidos.
- División de Procesos: Especificar la división del proceso en sistemas, definir los límites y listar los componentes de los mismos, incluyendo indicadores y dispositivos de seguridad.

La información que necesita recopilarse inicialmente para el desarrollo del contexto operacional es la siguiente:

- Perfil de operación.

- Ambiente de operación.
- Calidad/disponibilidad de las entradas requeridas (combustible, aire, etc.).
- Alarmas, Monitorización.
- Políticas de repuestos, recursos, logística.
- P&IDs (diagramas de tuberías e instrumentación) del sistema.
- Esquemas del sistema y/o diagramas de bloque, que normalmente son desarrollados a partir de los P&IDs.

Una herramienta gráfica que facilita la visualización del contexto operacional, es el diagrama de entrada-proceso-salida (EPS). En estos diagramas se deben identificar las entradas, los procesos y las salidas principales del sistema.

Los procesos deben registrarse como una descripción de la función a ejecutar por el sistema e un lugar específico, con el fin de concentrar los esfuerzos de mantenimiento sobre la función que esté siendo analizada y averiguar qué actividades de mantenimiento deben ejecutarse para que el activo cumpla la función dentro del contexto operacional.

En este primer ejemplo del proceso de mantenimiento para la estación de regulación y medición, se identificaron los siguientes procesos:

- Limpieza y cambio de elemento filtrante
- Cambio de aceite medidor y lubricación de piezas mecánicas.
- Verificación de Reguladores y Valvulas
- Verificación de corrector y medidor
- Pruebas Eléctricas (paradas de emergencia)

- Limpieza general de estructuras.

A continuación, se presenta el diagrama EPS del mantenimiento de la estación de regulación y medición.

5.1.2.4.1 Diagrama EPS de mantenimiento de una ERM.

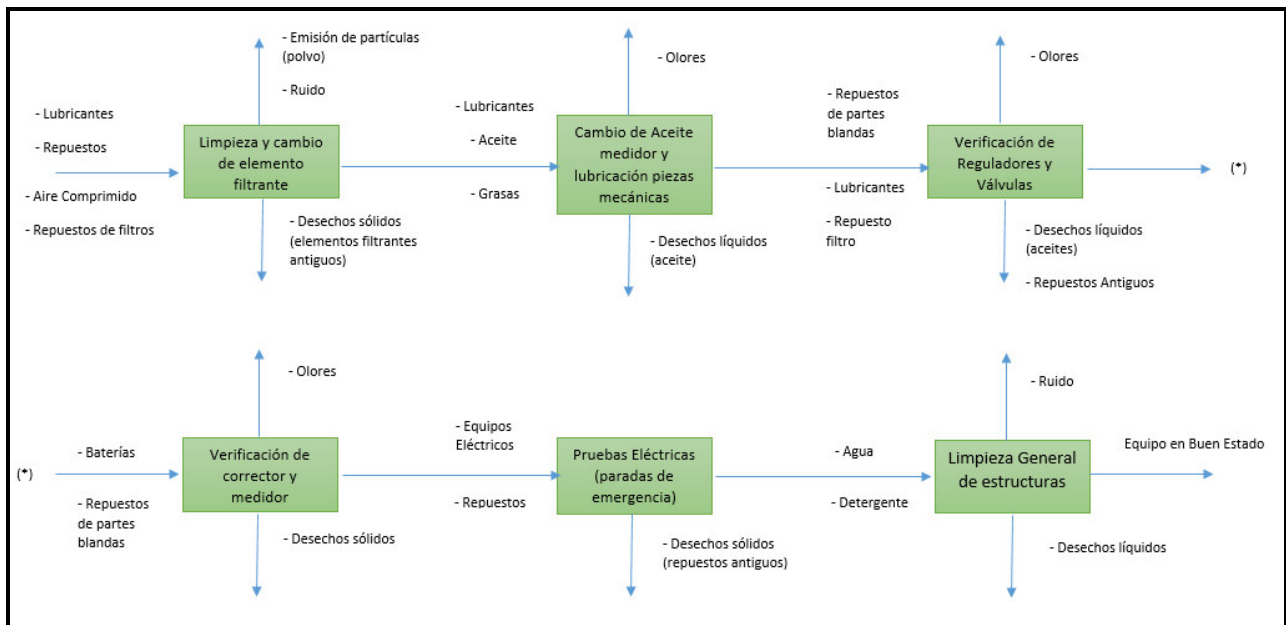


Figura 19: Diagramas de Entradas y Salidas del mantenimiento de una ERM.

Fuente: Elaboración Propia.

Con este diagrama podemos ver el impacto ambiental para elaborar la matriz IPER y el plan de mantenimiento preventivo de una estación de regulación y medición, que detallaremos a continuación:

5.1.2.4.2. Plan de Mantenimiento Preventivo:

En el marco del mantenimiento preventivo, técnicos de mantenimiento debidamente registrados ante OSINERGMIN, deberán realizar visitas semestrales (a partir de la fecha de habilitación de la acometida) de acuerdo al “Programa diseñado de Mantenimiento de las Acometidas” suministrado por el coordinador de la Gerencia Técnica de la Concesionaria.

A) Mantenimiento Semestral (6M)

- Inspección de acometida y recinto
- Sistema de filtrado
- Sistemas de válvulas reguladoras, monitoras o de bloqueo
- Verificación de aislaciones
- Sistema de actuación
- Mantenimiento del sistema de medición
- Control de corrosión

B) Mantenimiento Anual (12M)

- Inspección de acometida y recinto
- Instrumentos
- Sistema de filtrado
- Sistema de válvulas reguladoras, monitora, bloqueo y alivio.
- Verificación de aislaciones
- Sistema de actuación

- Mantenimiento del sistema de medición
- Control de corrosión

5.1.2.4.3. Procedimientos a considerar en los mantenimientos.

A) Procedimiento de Mantenimiento o contraste del Sistema de Medición.

- Verificar estado de los precintos y registrar su numeración.
- Verificar sincronismo entre contador mecánico del medidor y el consumo del volumen bruto de la unidad correctora.
- Inspeccionar el funcionamiento del medidor:
 - ✓ Estado físico del medidor
 - ✓ Giro del contador mecánico cuando cliente presenta consumo
 - ✓ Nivel de ruido
 - ✓ Nivel de aceite
- Inspeccionar el corrector:
 - ✓ Estado físico del corrector
 - ✓ Alarmas
 - ✓ Nivel de batería
 - ✓ Fecha y hora
- Obtener información del corrector:
 - ✓ Verificar comunicación con la unidad correctora
 - ✓ Registrar pantallazo valores instantáneos
 - ✓ Registrar pantallazo de tabla de conversión

- ✓ Descarga de log de datos
- Procesar información obtenida:
 - ✓ Análisis de alarmas
 - ✓ Análisis de consumo
 - ✓ Análisis de gráficas (Variables de procesos y consumo)
 - ✓ Contraste volumen corregido por el corrector con el software Z-GAS
- Contrastar el sensor de temperatura y de presión:
 - ✓ Desmontaje de sensores
 - ✓ Verificar rango de sensores (según placa de unidad correctora)
 - ✓ Contrastar con instrumentos patrones
 - ✓ Llenado de “Acta de contraste de sensores en Excel” con los valores obtenidos
 - ✓ Análisis de gráficas de temperatura y presión
 - ✓ Montaje de sensores
- Actualizar información del corrector.
 - ✓ Activar interruptor del corrector
 - ✓ Actualizar fecha y hora (si fuera necesario)
 - ✓ Actualizar tabla de conversión
 - ✓ Borrar alarmas encontradas y generadas
 - ✓ Descargar log de datos de parámetros y eventos dejados.
 - ✓ Precintado del sistema de medición

B) Procedimiento de mantenimiento de sistema de filtrado.

- **Instalación y/o reemplazo de elementos filtrantes.**

- ✓ Monitorear permanente el ambiente con IGC.
 - ✓ Cerrar válvulas aguas arriba y aguas abajo del filtro a intervenir.
 - ✓ Aflojar lentamente y retirar tapón de válvula de purga del filtro.
 - ✓ Conectar en la válvula de purga, accesorios y manguera para despresurizar hacia el exterior del recinto.
 - ✓ Abrir lentamente válvula de purga para eliminar remanentes de gas (en caso persista remanentes de gas, colocar un plato ciego aguas abajo de la válvula y/o evaluar otra alternativa como cerrar otras válvulas)
 - ✓ Aflojar tuercas de espárragos de la tapa del filtro a intervenir.
 - ✓ Retirar tapa del filtro.
 - ✓ Verificar visualmente el correcto estado de las caras y/o espejos de las bridas, no deben presentarse ralladuras, picaduras, rajaduras y otros.
- **Verificación de filtros**
 - ✓ Retirar tapas de los filtros.
 - ✓ Verificar la correcta posición del codo interior del filtro. (de acuerdo al sentido de flujo que figura en el plano especificado).
 - ✓ Verificar el alojamiento del filtro (no presente ralladuras, desniveles, puntos de soldadura).
 - ✓ Verificar la correcta alineación del esparrago de sujeción del elemento filtrante.
 - ✓ Verificar el estado de la empaquetadura espiro metálica de la tapa del filtro.
 - ✓ Verificar el elemento filtrante si es el adecuado para la base del elemento filtrante.
 - ✓ Verificar los espárragos son adecuados para la tapa del filtro. (longitud y diámetro)

- **Instalación del elemento filtrante**

- ✓ Limpiar la cara y/o sellos de la brida y tapa del filtro.
- ✓ Colocar el elemento (s) filtrante en la base del filtro.
- ✓ Sujetar el elemento filtrante en la base con esparrago, tapa y tuerca mariposa que van en el interior del filtro.
- ✓ Colocar la empaquetadura esperimetálica y la tapa del filtro.
- ✓ Colocar los espárragos que van en la tapa del filtro, ajustar en forma manual.
- ✓ Realizar el torque de las tuercas y/o espárragos, siguiendo una secuencia de puntos opuestos.
- ✓ Cerrar válvula, colocar tapones retirados al despresurizar con su respectiva cinta teflón.
- ✓ Habilitar válvulas aguas arriba y aguas abajo del filtro intervenido (abrir lentamente válvulas).
- ✓ Probar hermeticidad en las uniones intervenidas del filtro con agua jabonosa.
- ✓ Realizar el llenado del formato de “solicitud de servicio” y firma del cliente.

C) Procedimiento de valvula de seguridad en linea.

- **Configuración de los reguladores, alivios y bloqueos**

- ✓ Monitorear el ambiente el spool de medición con un Indicador de Gas Combustible (IGC), Ventilar de ser necesario Recinto y/ o Cerco.
- ✓ Verificar el correcto uso de EPP (Mascarillas, Guantes, Tapones y lentes de seguridad, casco).
- ✓ Identificar actos sub estándar y/o condiciones sub estándar.

- ✓ Elaborar ATS y PDT.
- ✓ Realizar charla diaria de 5 minutos.
- **Inspección y verificación de fugas en el spool de medición.**
 - ✓ Limpiar el spool de medición.
 - ✓ Verificar fugas mediante agua jabonosa.
- **Identificación del ramal activo y de reserva**
 - ✓ Verificar la presión regulada (revisar cartilla, manómetros, unidad correctora.)
 - ✓ ACTIVO: Se encuentra al lado izquierdo en sentido de flujo, cuando la estación es horizontal, y/o parte superior en sentido de flujo cuando la estación es vertical. (ramal A)
 - ✓ RESERVA: Se encuentra al lado derecho en sentido de flujo, cuando la estación es horizontal, y/o parte inferior en sentido de flujo cuando la estación es vertical. (ramal B)
 - ✓ Iniciar el trabajo por el ramal de reserva (de ser una doble rama)
- **Trabajos en ramal reserva**
 - ✓ Aislar ramal de reserva cerrando válvulas aguas arriba del filtro de reserva y válvula aguas abajo de válvula reguladora.
 - ✓ Despresurizar ramal de reserva (por medio de una manguera conectada, en la válvula de purga del ramal y despresurizar hacia el exterior del recinto.)
 - ✓ Verificar el estado de elemento(s) filtrante de filtro de control del ramal reserva (reemplazar elemento de ser necesario), aplica también para el piloto regulador).

- ✓ Verificar y registrar el valor de calibración del ramal (es) de regulación (calibración de válvulas reguladoras, monitoras y bloqueos).
- ✓ Verificar hermeticidad del regulador y/o monitor (reemplazar Kit de repuestos blandos si fuera necesario).
- ✓ Verificar hermeticidad de válvula de seguridad por bloqueo (reemplazar kit de repuestos blandos si fuera necesario).
- ✓ Verificar la correcta operación de la válvula reguladora con carga (simulación de consumo real).
- ✓ Colocar precintos en los pilotos o tornillos de calibración de las válvulas reguladoras y/o monitoras al final de la intervención.
- ✓ Verificar hermeticidad del ramal de reserva.

- **Trabajos en ramal activo**

- ✓ Aislar ramal activo cerrando válvulas aguas arriba del filtro activo y válvula aguas abajo de válvula reguladora.
- ✓ Despresurizar ramal activo (por medio de una manguera conectada, en la válvula de purga del ramal y ventearlo hacia el exterior del recinto.)
- ✓ Verificar el estado de elemento(s) filtrante de filtro de control del ramal activo (reemplazar elemento de ser necesario), aplica de contar con piloto regulador).
- ✓ Verificar y registrar el valor de calibración del ramal (es) de regulación (calibración de válvulas reguladoras, monitoras y bloqueos).
- ✓ Verificar hermeticidad del regulador y/o monitor (reemplazar Kit de repuestos blandos si fuera necesario).

- ✓ Verificar hermeticidad de válvula de seguridad por bloqueo (reemplazar kit de repuestos blandos si fuera necesario).
- ✓ Verificar la correcta operación de la válvula reguladora con carga (simulación de consumo real).
- ✓ Colocar precintos en los pilotos o tornillos de calibración de las válvulas reguladoras y/o monitoras al final de la intervención.
- ✓ Verificar hermeticidad del ramal activo con agua jabonosa.
- **Trabajos en valvula de alivio.**
 - ✓ Cerrar válvula de paso total, aguas arriba de válvula de alivio.
 - ✓ Desmontar válvula de alivio
 - ✓ Inspeccionar elementos internos de la válvula de alivio (cambiar si es necesario)
 - ✓ Armar de válvula de alivio.
 - ✓ Controlar y registrar la calibración de válvula de alivio de seguridad (debe encontrarse en un 20% delo lock up de la válvula reguladora del ramal reserva.
 - ✓ Registrar valores de calibración presión de apertura y de cierre.
 - ✓ Montar y colocar precintos en válvula de alivio la válvula de paso total.
 - ✓ Colocar y registrar valores regulados y calibrados en valvula de alivio (registrar fotográficamente)

D) Procedimiento de sistema de regulación.

- **Instalación y/o reemplazo de válvulas esféricas manuales**
 - ✓ Monitorear el Ambiente el spool de medición con un Indicador de Gas Combustible (IGC), Ventilar de ser necesario Recinto y/ o Cerco.

- ✓ Descargar corriente estática del cuerpo.
- ✓ Identificación de actos sub estándar y/o condiciones sub estándar.
- ✓ Elaboración de ATS y PDT.
- ✓ Realizar charla diaria de 5 minutos.
- ✓ Cerrar válvulas aguas arriba y aguas abajo de válvula a intervenir.
- ✓ Verificar que la válvula de purga este en posición cerrada.
- ✓ Aflojar lentamente y retirar tapón de válvula de purga.
- ✓ Conectar en la válvula de purga, accesorios y manguera para despresurizar hacia el exterior del recinto.
- ✓ Abrir lentamente válvula de purga para eliminar remanentes de gas (en caso persista remanentes de gas, colocar un plato ciego aguas abajo de la válvula y/o evaluar otra alternativa como cerrar otras válvulas)
- ✓ Aflojar tuercas de espárragos de la válvula esférica a intervenir.
- ✓ Retirar válvula a reemplazar.
- ✓ Verificar visualmente el correcto estado de las caras y/o espejos de las bridas, no deben presentarse ralladuras, picaduras, rajaduras y otros.
- ✓ Verificar la correcta alineación en el plano horizontal, vertical y angular de las caras de las bridas.
- ✓ Verificar la alineación de los orificios entre bridas, tomando como referencia la misma distancia de separación entre los orificios.
- ✓ Verificar el paralelismo entre las caras de las bridas.
- ✓ Verificar empaquetaduras espiro metálicas a utilizar.

- **Inspección de la válvula a instalar**

- ✓ Verificar correctamente que la válvula esférica a instalar cuente con certificación.
- ✓ Verificar visualmente el correcto estado de las caras y/o espejos de la válvula no deben presentarse ralladuras, picaduras, rajaduras y otros.

- **Montaje de válvula esférica**

- ✓ Colocar la válvula esférica.
- ✓ Colocar empaquetaduras espiro metálicas.
- ✓ Colocar espárragos y tuercas en las bridas.
- ✓ Instalar válvula esférica, juntas espirometalicas en la brida de entrada; colocar los tuercas y/o espárragos, realizando un ajuste manual, verificar que las caras de contacto entre el perno y brida son paralelas, antes de ejercer el torque respectivo.
- ✓ Verificar el apriete de las tuercas y/o espárragos de acuerdo a tablas de apriete correspondiente.
- ✓ Realizar el torque de las tuercas y/o espárragos, siguiendo una secuencia de puntos opuestos garantizando así un correcto ajuste y evitando sobrecargas en las tuercas y/o espárragos.
- ✓ Cerrar válvula, colocar tapones retirados al despresurizar con su respectiva cinta teflón.
- ✓ Habilitar válvulas esféricas aguas arriba y aguas abajo.(abrir lentamente válvulas)
- ✓ Probar hermeticidad en válvula instalada. (agua jabonosa)
- ✓ Realizar el llenado del formato de “solicitud de servicio” y firma del cliente.
- ✓ Adjuntar certificado de válvula esférica instalado.

5.1.2.5 Etapa 5. Programación y plan de operación del mantenimiento:

5.1.2.5.1 Plan de operación y mantenimiento

Para establecer un plan de operación de mantenimiento, se ha tomado en cuenta los lineamientos establecidos en el Anexo B de la Norma Técnica Peruana NTP 111.019:2007.

Para su control se establecerá un libro de registro de inspección. Este documento será utilizado para asentar las actas de certificación periódica emitida por parte del operador, el responsable de mantenimiento, la distribuidora y la entidad competente, así como asentar modificaciones realizadas en la Estación. En el libro de registro de inspección el operador asentará las mismas conforme al cronograma de inspección realizado y el resultado obtenido, igualmente también indicará el nombre del personal que lo ejecutó y competente involucrado en cada tarea.

5.1.2.5.1.1 Controles Periódicos de un establecimiento de venta al Público de GNV:

1. Controles Periódicos Mensuales

Estos deben ser realizados por una empresa especializada. Los métodos empleados y las conclusiones obtenidas serán asentados en el libro de registro de inspección y se informará las anomalías detectadas a la Entidad Competente.

Los puntos de control serán:

a) Extintores

Se verificará la existencia, distribución y accesibilidad de los extintores y su protección contra la intemperie de acuerdo a los planos conforme a obra aprobados por la Entidad Competente.

Se controlará su estado de carga y su fecha de vencimiento. Se observará el estado de mantenimiento exterior: pintura, manguera de rociado, control de su flexibilidad y ausencia de pintura anticorrosiva, montaje de la tobera y presencia de los precintos.

b) Presión de Contenedor

Se verificará que la presión del contenedor, que esté dentro del rango establecido por la operación.

c) Mangueras

Será motivo de descarte de las mangueras en uso, cualquiera de las condiciones siguientes:

-Finalización de su vida útil, de acuerdo a lo especificado en el certificado correspondiente.

- Alteración de la cubierta exterior (cortes, desgarraduras o raspaduras).
- Aglobamientos
- Estrangulamientos o deformaciones permanentes.
- Oxidación de los terminales

d) Higiene

Se supervisará la conservación de la limpieza en los fondos de las canaletas, cámaras de válvulas, techo y azoteas en zonas de riesgo y demás áreas de seguridad, así como en las superficies de circulación peatonal o vehicular. No se utilizarán estos espacios para otros fines.

e) Conector rápido de las mangueras de alta presión

Verificar el estado del conector.

2. Controles Periódicos Semestrales

Estos serán realizados por una empresa especializada. Los métodos empleados y las conclusiones obtenidas serán asentadas en el libro de registro de inspección y se informará las anomalías detectadas a la Entidad Competente.

Los puntos de control serán:

a) Originalidad de la instalación

Se cotejará respecto a los planos conforme a obra y certificaciones precedentes la no alteración de las instalaciones que se detallan:

- Mecánicas

Tuberías de gas (venteos, drenajes, aspiración y alta presión) y sus accesorios (válvulas y mecanismos asociados) tanques y recipientes, controladores y todo elemento anexo. Elementos insonorizantes y antivibratorios.

- Civiles

Se constatará la inalterabilidad en el diseño de los accesos y las áreas de ventilación de los recintos de compresores; se observarán asimismo las zonas aledañas a éstos.

- Seguridad

Se verificará la distribución de los carteles de identificación y prevención.

Elementos de extinción de incendios, sistemas, mangueras, etc, así como de todo sistema de detección automático que cuente las instalaciones.

- Eléctricas e iluminación

Se observará la distribución de la instalación eléctrica en las zonas de riesgo y la existencia y características de los artefactos de iluminación.

b) Entorno

El operador deberá informar a la Entidad Competente cualquier modificación del entorno de la estación de compresión, que puedan afectar las normas de distancias de seguridad.

c) Contaminación ambiental

Se observará el comportamiento de los sistemas de drenaje y venteo. Los efluentes de la estación de compresión deberán ajustarse a las reglamentaciones vigentes en el lugar.

Se controlará el nivel de ruidos y vibraciones producidos en el ámbito de la estación de compresión, certificando que no superen en ningún momento lo establecido en la norma legal vigente.

d) Instalación eléctrica

Se controlará el correcto estado de conservación y funcionamiento de los sistemas eléctricos, asimismo, los niveles lumínicos en todos los sectores de la estación de compresión clasificados como áreas de riesgo: recintos de medición y de compresores, pasillos de circulación, zonas de acceso y patio de maniobras.

Se verificará el perfecto cierre y ajuste de los elementos a prueba de explosión, componentes de los compresores, instalación general y el estado de los mismos.

e) Hermeticidad de tuberías

Se efectuará el control de la totalidad de las uniones roscadas o bridadas de tuberías y sus accesorios, así como de todos aquellos elementos susceptibles de originar fugas de gas.

Se empleará para estos propósitos una solución de agua jabonosa aplicada sobre la unión a controlar mediante atomizador o con pincel. Se empleará un espejo para controlar los sectores de la unión que no sean visibles a simple vista.

Para efectuar este control, la línea deberá cargarse a su máxima presión de operación.

f) Paradas de emergencia

Se controlará el correcto funcionamiento de la cadena de seguridad por accionamiento de la parada de emergencia, para todos y cada uno de los botones de parada de emergencia.

Se verificará la detención de los compresores, el bloqueo de las válvulas servo comandadas del sistema, salida del almacenamiento y alimentación a dispensador de carga.

Se controlará que la reposición de los elementos antes dichos se efectúe exclusivamente desde los tableros eléctricos (no podrán auto-reponerse al cesar la acción sobre las botoneras).

En caso de un funcionamiento defectuoso de este sistema, se paralizará la operación de la estación hasta que se subsane el inconveniente.

g) Sistemas de bloqueo por exceso de flujo

Se controlará el funcionamiento de las válvulas de exceso de flujo ubicadas en los almacenamientos y salida de cada poste de carga, de acuerdo a los procedimientos que se describen:

- Almacenamientos

Se procederá al bloqueo de las válvulas de la salida de los almacenamientos. Se efectuará el venteo del gas de las líneas de conducción a través de los postes de carga. Una vez despresurizadas, manteniendo habilitado el poste de carga para despacho desde las válvulas de bloqueo, se habilitará rápidamente cada válvula de bloqueo de salida de almacenamiento, verificándose el efectivo bloqueo de la válvula de exceso de flujo.

- Dispensador de Carga

Se bloqueará la válvula de mando de cada dispensador de carga. Se habilitará el despacho efectuando el venteo del circuito del poste de carga. Manteniendo éste habilitado para la carga se dará apertura rápida a la válvula de mando. Deberá verificarse el correcto funcionamiento del bloqueo del sistema por exceso de flujo.

h) Válvulas servo comandadas

Se efectuará el control constatando el normal suministro de señal neumática y/o eléctrica, el bloqueo total del elemento de cierre y el tiempo requerido para su operación y reposición.

i) Control de pinturas de tuberías

Se controlará el estado general de la pintura de la totalidad de tuberías, accesorios y válvulas instalados en forma aérea o en canaletas, y sus soportes.

Se verificará el estado de la protección contra la corrosión debajo de los soportes de tuberías, desarmando éstos y los elementos de protección dieléctrica.

De efectuarse el repintado mediante pintura epoxi, se preparará la superficie conforme a las indicaciones del fabricante de la misma.

j) Venteo manual

Se efectuará el control del accionamiento de las válvulas de venteo manual realizando como mínimo tres (3) operaciones sucesivas de apertura y cierre. Las pruebas se efectuarán con los almacenamientos a su máxima presión. Se verificará que:

- No se requiere una fuerza superior a 49 N (5 kg-fuerza) aplicado en el extremo de la palanca de accionamiento, perpendicularmente a ésta.
- Se produzca la apertura y bloqueo completo de la válvula.
- No se detecten vibraciones o movimientos anómalos en las tuberías de venteo.
- Como medida de seguridad, antes de efectuar las pruebas de venteo, el titular y el responsable de mantenimiento, verificarán la existencia del plan de actuación en caso de incendio o emergencia y del grado de instrucción impartido al personal afectado a los mismos.

3. Controles Periódicos Anuales

Estos serán realizados por una empresa especializada. Los métodos empleados y las conclusiones obtenidas serán asentadas en el libro de registro de inspección y se informará las anomalías detectadas a las Entidades Competentes.

Los puntos de control serán:

a) Estructuras de hormigón armado

El responsable de mantenimiento controlará anualmente el comportamiento de las estructuras de hormigón armado, buscando visualmente la presencia de grietas y/o fisuras. Cuando se verifique la aparición de las mismas, se requerirá el informe de un especialista con el objeto de garantizar la inalterabilidad de sus características físicas.

b) Recalibración de válvulas de alivio por sobre presión

Se controlará el estado de calibración de las válvulas de alivio verificando en un banco de pruebas la presión de apertura y venteo. Con posterioridad a su desarme, limpieza y verificación del estado de los asientos, se procederá al rearmado y calibración de acuerdo a los valores prefijados por el fabricante. Por último, se procederá al precintado del capuchón del dispositivo de ajuste, del tornillo de fijación de la tobera, y el grabado de la placa de marcado.

La recalibración deberá efectuarla el fabricante de la válvula o por un organismo de certificación acreditado y designado por la entidad competente para tal labor.

c) Protección anticorrosiva de tuberías enterradas

Se efectuará el control de acuerdo al sistema de protección aplicado a la tubería enterrada.

4. Controles Periódicos Quinquenales

Estos serán realizados por una empresa especializada. Los métodos empleados y las conclusiones obtenidas serán asentadas en el libro de registro de inspección y se informará las anomalías detectadas a las entidades competentes.

Los puntos de control serán:

a) Cilindros de almacenamiento

Se efectuará la reprueba de los cilindros de almacenamiento conforme a la NTP 111.017.

Al efectuar el desmontaje de los cilindros se revisará su estructura de soporte efectuándose el mantenimiento que resulte necesario.

Con el objeto de minimizar los perjuicios ocasionados al operador, se podrá efectuar la reprueba de los cilindros en etapas, previendo el taponamiento de las conexiones a los cilindros desmontados.

Al momento de emitir el certificado de aprobación, se habrá concluido con la totalidad de las repruebas previstas para ese período.

5. Controles Periódicos Decenales

Estos serán realizados por una empresa especializada. Los métodos empleados y las conclusiones obtenidas serán asentados en el libro de registro de inspección y se informará las anomalías detectadas a las Entidades Competentes.

Los puntos de control serán:

a) Reprueba hidráulica de tuberías

Se efectuará a una presión mínima de 1,5 veces la presión máxima de operación durante un tiempo mínimo de 6 horas.

b) Reprueba de tanques

Se efectuará sobre los tanques amortiguadores de pulsación, tanques recolectores de drenaje y tanques de choque.

Las pruebas a efectuar serán hidráulicas a una presión mínima de

1,5 veces la presión de diseño, y una verificación de espesores por el método de ultrasonido.

Posteriormente, se efectuará el remarcado de la chapa de identificación.

5.1.2.6 Etapa 6. Evaluación y control del mantenimiento:

El diseño del sistema de información está encaminado a recoger y procesar los datos precisos para satisfacer las necesidades de información que lleven a alcanzar los objetivos de la gestión de mantenimiento. Los datos que se analizarán deben ser lo más fiables posible, es decir, el diseño de la hoja de trabajo de mantenimiento ha de ser sencilla para los operarios y encargados, ya que sólo así se podrán obtener datos útiles y fiables. Este problema de diseño es básico para el funcionamiento de sistema de mantenimiento de la empresa que se visualizará en el anexo V y anexo VI.

5.1.2.6. Etapa 7. Implantación del proceso de mejora continua:

Las estrategias a usar que me permitan perpetuar el modelo de gestión de mantenimiento son las siguientes:

1. 5S:

Esta herramienta se aplicará de la siguiente manera al modelo planteado:

- **Clasificación:** En la zona de trabajo solo se encontraban las piezas y herramientas necesarias para cada proceso.
- **Orden:** Esto se aplicó en cada etapa del proceso para mejorar la efectividad al momento de realizar las operaciones de mantenimiento.
- **Limpieza:** Se conserva en todo momento un área limpia.
- **Normalización:** En cada etapa del proceso se usaron las hojas de trabajos pertinentes para la realización del mantenimiento.
- **Mantener la disciplina:** A todos los integrantes del área de mantenimiento se le inculcó seguir los procedimientos para obtener las mejoras propuestas.

2. SISTEMAS VISUALES:

Estos se usaron para cumplir con los estándares normativos y así reducir las equivocaciones del personal de mantenimiento.

Para una mejor visión de las partes de una ERM, se identificará la instalación mediante colores:

Tuberías y válvulas de Gas : Amarillo RAL 1004 Pintura al Poliuretano

Skid de sustentación y soportes: Verde RAL 6002 Esmalte Sintético

Accionamiento de Válvulas : Negro Esmalte sintético

Filtros : Blanco (RAL 9010) para los filtros.



Figura 20: Colores de la estación de regulación y medición.

Fuente: CALIDDA.

3. ANALISIS DE CAUSA EFECTO:

Se determino la matriz causa efecto para un mejor entendimiento del problema raíz y el efecto o consecuencia que se tendría si no se sigue el diseño de este plan de mantenimiento diseñado, el diagrama de Ishikawa , nos ayudará para este fin:

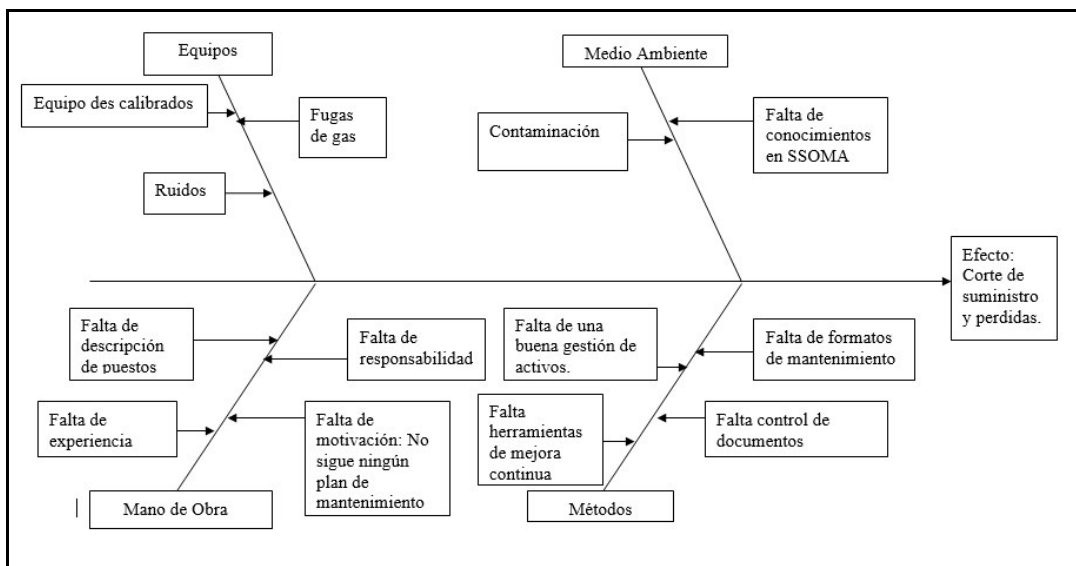


Figura 21: Diagrama causa – efecto.

Fuente: Elaboración Propia.

4. TRABAJO ESTANDARIZADO:

Los procedimientos de mantenimiento que se han determinado de acuerdo a los procedimientos de trabajo debe ser estandarizado y cumplir los estándares de seguridad y de protección al medio ambiente. Así también los procesos, flujo de materiales y actividades del personal de mantenimiento, para esto hay que tener en cuenta lo siguiente:

4.1. Seguridad.

Al inicio de las labores se reunirá al personal que intervendrá en dichas actividades, para dar a conocer lo siguiente:

- El personal deberá conocer los riesgos que implican el realizar los trabajos de Mantenimiento del sistema de medición de Acometidas de GNV e Industrias que sean operadas por Calidda.
- El personal destinado para las labores deberá contar con los EPP descritos líneas abajo de acuerdo a la tarea que se realice y las restricciones propias del área de trabajo.
- Verificación del estado de los equipos, herramientas y facilidades
- El personal involucrado en esta actividad recibirá instrucciones de las condiciones de riesgo del trabajo.
- El área debe ser restringida para la ejecución de la actividad.
- Se contará en forma permanente con un extintor para cualquier eventualidad (PQS).

4.2. Equipos de protección personal (EPP's)

- Casco de seguridad
- Uniforme de trabajo, camisa manga larga.

- Botas de seguridad
- Guantes
- Lentes de seguridad
- Protectores auditivos
- Respiradores (de ser necesario).
- Traje Anti flama (de ser necesario).

4.2.1. Adicionalmente:

Datos de seguridad dentro del recinto.

Todo el personal involucrado en los trabajos de mantenimiento del sistema de medición deberá conocer y comprender en forma clara las siguientes consideraciones de la exposición al Gas:

- Identificación de peligrosidad
- Efectos de exposición.
- Sobre exposición (prolongada o repetitiva).
- Primeros Auxilios
- Inhalación.
- Ingestión
- Medidas de control de fuego
- Peligrosidad de fuego y explosiones

4.3. Medio Ambiente.

Se contará con recipientes para almacenar temporalmente los residuos generados de la actividad.

4.3.1. Medidas de Seguridad y Medio Ambiente

Al inicio de las labores se reunirá al personal que intervendrá en dichas actividades, para dar a conocer lo siguiente:

- El personal deberá conocer en forma clara los procedimientos de mantenimiento del sistema de medición en Acometidas de GNV e Industrias y a la vez los procedimientos complementarios y hojas de datos de seguridad de los productos (MSDS) que ayudarán a ejecutar en forma segura los trabajos.
- Realizar el Análisis de Trabajo Seguro (AST), resaltando las condiciones y/o factores y riesgos que podrían presentarse en el lugar de trabajo, plantear las medidas preventivas correspondientes. Se colocará un ITEM sobre recomendaciones al tener que adoptar posiciones incómodas en el ATS.
- Solicitar el Permiso de Trabajo respectivo al responsable del área.
- Uso adecuado de equipos de protección para ambiente de gas (respiradores contra vapores, guantes de jebe, lentes de protección).
- Verificar el estado de los equipos, herramientas y facilidades.
- Conocimiento de protección al medio ambiente.
- Se contará en forma permanente con un extintor multipropósito (con certificación UL), durante las labores. Según Norma NFPA 10 y Norma NTP INDECOPI 350.043- 1/1998.

- Al culminar las labores en el área de trabajo debe quedar limpia y ordenada, sin presencia de elementos extraños (si este fuera el caso, se deberá clasificar todo material de acuerdo al Manejo de Residuos y almacenado en las bolsas de color respectivo para su disposición final).
- Si sucediera una emergencia cualquiera que fuera su magnitud y/o tipo, el personal deberá comunicar inmediatamente lo ocurrido a su supervisor inmediato (TELEFONO DE EMERGENCIA DE CALIDDA 1808).

4.4. Matriz IPER de los trabajos de mantenimiento:

MATRIZ IPER																									
N°	PROCESO	SUB PROCESOS	PELIGROS	RIESGOS	CONSECUENCIAS	CAUSAS	Afecta a				Situación			Controles Existentes			Evaluación de Riesgo			Controles Adicionales			Evaluación de Riesgo		
							Propiedad	Personero	Normal	Anormal	En su totalidad	Eliminación	Reducción	Transferencia	Ingeniería		Administración EPP	Mitigantes	Severidad	Probabilidad	Nivel de Riesgo	Eliminación	Ingeniería	Administración EPP	Mitigantes
1	MANTENIMIENTO DE ACOMETIDA	INSPECCION DEL AREA DE TRABAJO	Transporte de personal	Accidente Automovilístico	Golpes, atropellamiento, aplastamiento.	Camino accidentado, exceso de confianza	X	X			NA		Entrenamiento del personal.	Supervisión de seguridad y capacitación continua.	4	1	4	NA					0		
2		HABILITACION Y RESTRICCION DEL AREA	Exposición al ruido, golpes	Trabajos de habilitación, dificultad del área de trabajo.	Golpes, cortes,traumatismo Múltiple.	Falta de Hábito en conducta en seguridad, inadecuado uso de EPPs	X	X		Se imparten charlas de seguridad y se hace inspecciones de EPP en campo	Certificación y durabilidad de implementos	Stock de EPP.	Logística.	4	4	16	NA	Supervisión continua	Buen estado de EPP	Plan de respuesta a la emergencia	4	1	4		
3		INGRESO AL AREA DE TRABAJO	Inhalación de gases.	Exposición a atmosferas alifáticas.	Hipoxia	Descoordinación, falta de uso de equipos de medición.	X	X		Se realiza el monitoreo de atmosferas en campo	Recomendaciones para el uso de explosímetro	Buen estado de equipos de monitoreo - explosímetro.	Logística y Seguridad, Plan de respuesta a la emergencia	4	6	24	NA	Supervisión continua	Buen estado de equipos, extintores	Plan de respuesta a la emergencia	4	4	16		
4		REGULACION Y MANTENIMIENTO	Manipulación de aceites y grasas, golpes, tropiezos, atrapamiento de miembros.	Contacto con insumos, golpes, traumatismo, fracturas	Lesiones leves y/o graves.	Desconocimiento de tarea, mal uso de EPP, mal uso de EPPs, Herramienta en mal estado.	X	X		NA	Planificación, señalización	Stock de EPP.	Logística.	4	4	16	NA		Buen estado de EPP	Plan de respuesta a la emergencia	4	1	4		
5		PINTADO Y/O RESANE DE ESTRUCTURAS	Utilización de productos químicos (pinturas)	Exposición a productos químicos,derrame de productos químicos. Exposición al fuego de productos químicos.	Hipoxia, quemaduras, golpes, lesiones.	Utilización inadecuada de EPP, distracción, fatiga.	X	X	X	NA	Recomendaciones para el uso de insumos de acuerdo a la hoja de seguridad del producto	Entrenamiento en el uso de equipo de protección facial, respiratoria, inspección mensual de herramientas y equipos. Inspección visual previa al trabajo.	Plan de respuesta a la emergencia	4	6	24	NA	Supervisión continua	Buen estado de equipos, extintores	Plan de respuesta a la emergencia	4	4	16		
6		TRABAJO REPETITIVOS	Ergonomico	Materiales y/o estructuras	Lumbalgia	No cumplir recomendaciones del supervisor de seguridad.	X	X		NA	Supervisión continua	Posicionamiento adecuado del trabajador.	Supervisión de trabajo.	2	4	8	NA							0	
7	TRABAJO CON EQUIPOS MOTORIZADOS Y/O ENERGETICOS	Ruidos	Generación de sonidos desagradables (ruidos)	Hipocousia	Utilización inadecuada de EPP de protección auditiva.	X	X		Se imparten charlas de seguridad y se hace inspecciones de EPP en campo	Certificación y durabilidad de implementos	Stock de EPP.	Logística.	4	4	16	NA	Supervisión continua	Buen estado de EPP	Plan de respuesta a la emergencia	4	1	4			

Tabla 10: Matriz IPER.

Fuente: Elaboración Propia.

4.5. Matriz de riesgos:

Matriz de Riesgos			SEVERIDAD			
PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR	Lesión menor al trabajador si puede seguir en sus labores normales (BA)	Discapacidad objetiva reversible, atención médica (AM)	Discapacidad/lesión moderada, requiere descanso médico (ATD)	Una muerte y/o lesión irreversible (>30%)
Casi Cierta	Existen Condiciones, exposición muy alta, no hay controles efectivos.	5	5	10	20	40
Probable	Existen Condiciones, exposición alta, varias causas sin control.	4	4	8	16	32
Posible	Existen Condiciones, exposición media, alguna causa sin control.	3	3	6	12	24
Improbable	Existen Condiciones, exposición baja, causas controladas.	2	2	4	8	16
Raro	Normalmente no existen Condiciones, exposición baja.	1	1	2	4	8
JERARQUÍA DE CONTROLES			CRITERIO DE TOLERABILIDAD			
Eliminar/Sustituir: ¿se puede eliminar el peligro mediante rediseño del área o instalación?			Riesgo Bajo Valor 1 y <= 6.	Tolerable, no requiere acciones adicionales.		
Reducción/Aislamiento mediante solución de ingeniería: ¿puede reducirse algún componente del riesgo mediante alguna solución de ingeniería?			Riesgo Moderado Valor >6 y <20.	Tolerable bajo criterio ALARP, se pueden implementar acciones adicionales para reducir el riesgo tan bajo como sea razonablemente practicable.		
Administración/ EPP: Entrenamiento, supervisión, precauciones. Equipo de Protección Personal: es el último recurso frente al riesgo residual.			Riesgo Alto Valor >20.	Intolerable, deben implementarse medidas de control adicionales para reducir el riesgo tan pronto como sea posible.		

Figura 22: Matriz de Riesgos.

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.2.8 Auditorías en mantenimiento

Una vez determinado nuestro plan estratégico de mantenimiento, es requisito indispensable la auditoria para cumplir con el plan de gestión de mantenimiento, se ha realizado el siguiente cuadro con los puntos de inspección para este fin:

5.1.3.8.1 Detalle de documentos y principales puntos de inspección en auditoria.

DOCUMENTO	OBJETIVO	MANTENIMIENTO SEMESTRAL	MANTENIMIENTO ANUAL	MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS	PRINCIPALES PUNTOS A REVISAR
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA ERM	DOCUMENTACION DEL ESTADO DE LA ACOMETIDA Y VALORES SETEADOS	X	X		Datos de acometida. Verificación de las presiones de entrada y salida. Revisión del estado de la

					Corrosión. Revisión del estado de las Acometida. Verificación de aislaciones. Verificación de la Válvula Actuada. Verificación del sistema de Filtrado. Verificación de Válvula Monitora y Bloqueo. Verificación de Instrumentos analógicos de la EMR. Control de corrosión. Verificación física del Sistema de Medición. Verificación física del Unidad Correctora.
MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE MEDICION DE VOLUMEN GNV	CHEQUEO FISICO DEL SPOOL DE MEDICIÓN (MEDIDOR, UNIDAD CORRECTORA)	X	X		Verificación física del estado del medidor rotativo / turbina. Verificación física de Unida Correctora.
REGISTRO DE FUGAS DE GAS NATURAL	DOCUMENTAR Y REVISAR EL GRADO DE LAS FUGAS ENCONTRADAS EN LA INSPECCION	X	X		Verificación de los datos de la Acometida. Clasificación de la fuga. Verificación del valor del LEL. Revisión de la ubicación del plano a mano alzada de la fuga. Recojo de observaciones.

ANALISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)	VERIFICACION DE LOS RIESGOS EN CAMPO	X	X	X	Verificación de creación del ATS. Verificación de los nombres del receptor y emisor.
----------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	---

Tabla 11: Puntos de inspección en auditorías.

Fuente: Elaboración Propia.

En la última auditoría realizada el año 2016 se evidencio los siguientes resultados respecto a las fallas que a continuación mostraremos:

ANALIS DE RESULTADOS DE FALLAS EN EL AÑO 2016:

Operación	Sistema	Componente	NºFallas	Trabajo realizado
RECEPCIÓN, REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA	SISTEMA DE MEDICIÓN	MEDIDOR	0	
		CORRECTOR	0	
	SISTEMA DE REGULACIÓN	VÁLVULAS DE REGULACIÓN	2	mantenimiento preventivo
		VÁLVULA DE SEGURIDAD Y BLOQUEO		
		VALVULA DE ALIVIO		
	SISTEMA DE FILTRACIÓN	FILTROS ACTIVO Y RESERVA	1	mantenimiento preventivo

	VÁLVULA DE SEGURIDAD DE LINEA	VALVULA ACTUADA	0	
--	----------------------------------	-----------------	---	--

Tabla 12: Numero de fallas en el año 2016 de la estación de recepción, regulación y medición primaria.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se evidenció el historial de los fallas y costos del año 2016, en el siguiente cuadro:

Operación	Sistema	Fecha y hora de parada	Fecha y hora de falla	fecha y hora de arranque	Descripción de fallo	horas de inactividad	Costo de reparación USD
RECEPCIÓN, REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA	SISTEMA DE MEDICIÓN	MEDIDOR					
		CORRECTOR					
	SISTEMA DE REGULACIÓN	VÁLVULAS DE REGULACIÓN	01/06/2016 13:00	01/06/2016 13:18	Fugas de gas	0.6	2000
		VÁLVULA DE SEGURIDAD Y BLOQUEO	02/12/2016 10:00	02/12/2016 10:18			
		VALVULA DE ALIVIO					
	SISTEMA DE FILTRACIÓN	FILTROS ACTIVO Y RESERVA	16/10/2016 07:20	16/10/2016 07:38	Contaminación del suministro de Gas Natural	0.3	2000

	VÁLVULA DE SEGURIDAD DE LINEA	VALVULA ACTUADA					
					Valores totales	0.9	4000

Tabla 13: Historial de fallas y costos año 2016.

Fuente: Elaboración propia.

5.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

5.2.1. CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Concluida la implementación del sistema de gestión de mantenimiento utilizando herramientas de confiabilidad operacional para evitó significativamente el desabastecimiento y redujo significativamente las fallas en los equipos, se realizó una prueba piloto durante un año para evaluar el impacto de la implementación del nuevo sistema.

En ese contexto, en el Capítulo V se evaluó la criticidad de los equipos entre las tres operaciones definidas en un establecimiento al publico de GNV y se encontró que uno de ellos es el más crítico, por lo tanto, merecen especial atención, siendo esta la estación de regulación y filtración, del cual se definio el análisis de causas de las fallas, se implementó estrategias, logrando la mejora continua de las operaciones.

De lo analizado se logra verificar que, como resultado de la implementación, no hubo desabastecimiento al público durante el período de prueba que se estableció realizarlo con 68 clientes.

Se logra verificar que, durante el periodo de prueba de la implementación del sistema de gestión, se redujo significativamente las fallas y se evitó significativamente el desabastecimiento.

5.2.2. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS GENERAL

El diseño un sistema de gestión de mantenimiento de un Establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional se logró evitar significativamente el desabastecimiento y la reducción significativamente de las fallas en los equipos, mediante el uso de herramientas de confiabilidad operacional.

Para representar el nivel de confiabilidad de las herramientas que utilizamos en este modelo de gestión de mantenimiento, se tendrá en cuenta los dos escenarios según los siguientes indicadores en los años 2015 y 2016:

5.2.2.1. Escenario antes de la implementación año 2015:

Desabastecimiento:

En el mes de Julio del año 2015 hubo una parada de planta, por corte de suministro de Gas Natural, debido a que no se acreditó correctamente ante CALIDDA, el establecimiento de venta al público de GNV, por lo que, para la reactivación del suministro, se tuvo que esperar 6 horas: Corte de suministro 12:00 horas del día 12 de Julio del 2015, reapertura del suministro día 12 de Julio 18:00 horas. Debido a este suceso se perdió la atención de aproximadamente 150 clientes.

Fallas encontradas:

El tiempo promedio entre fallas y tiempo medio entre reparaciones son los siguientes de acuerdo a los siguientes cálculos:

Unidad de tiempo	Horas	
Tiempo disponible	8760	Horas
Tiempo de inactividad (por fallas)	1	Horas
Número de fallas	7	
Tiempo productivo	8759	Horas
MTBF - Tiempo Medio Entre Fallas (confiabilidad)	$1251.29 = (8759/7)$	Horas
(MTTR - Tiempo Medio Entre Reparaciones (mantenibilidad))	$0.14 = (1/7)$	Horas
Disponibilidad	99.989%	$=1251.29/(1251.29+0.14)$

Tabla 14: Cálculo MTBF, MTTR, disponibilidad del año 2015.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.2. Escenario después de la implementación año 2016:

El tiempo promedio entre fallas y tiempo medio entre reparaciones son los siguientes de acuerdo a los siguientes cálculos:

Unidad de tiempo	Horas	
Tiempo disponible	8760	Horas
Tiempo de inactividad (por fallas)	0.3	Horas
Número de fallas	3	
Tiempo productivo	8759.7	Horas
MTBF - Tiempo Medio Entre Fallas (confiabilidad)	$2919.9 = (8759.7/3)$	Horas
MTTR - Tiempo Medio Entre Reparaciones (mantenibilidad)	$0.1 = (0.3/3)$	Horas
Disponibilidad	99.997%	$=2919.9/(2919.9+0.1)$

Tabla 15: Calculo MTBF, MTTR, disponibilidad del año 2016.

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que la propuesta implementada permitió mejorar los procesos logrando reducir el numero de fallas de 7 a 3 en el año y los tiempos medios entre fallas de 1251.29 horas a 2919.9 horas, logrando tiempos productivos mayores y haciendo posible aceptar la hipótesis.

También se observo que no hubo desabastecimiento a los 68 clientes que se tomó como muestra en un periodo del año 2016, logrando así evitarlo el desabastecimiento significativamente.

5.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al realizar la propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para un Establecimiento de venta al público de GNV , permite evitar significativamente abastecimiento y reducir significativamente las fallas de los equipos ; esto es posible desde una adecuada organización de la alta dirección y gestión de la documentacion de mantenimiento en cada uno de los procesos de la empresa , que es muy beneficioso al momento de implementar en base a herramientas de confiabilidad de operacional.

Comparación de resultados del año 2015 y 2016:

El número de fallas registrado durante los dos últimos períodos en años, se observa que en el año 2015 el número de fallas en la estación de regulación y medición son 7 y lo que se representa en el año 2016 son 3 fallos; esto significa una reducción en el 43 % del número de fallos.

En el año 2016, no solo se redujo el número de fallos; sino también las horas calendario de parada y por tanto las horas de operación perdidas, resultando que el tiempo medio entre reparaciones se redujo en 59%.

Se evidencio que en el año 2016 de la muestra seleccionada a 68 clientes se cumplió con abastecerlos y así evitar significativamente el desabastecimiento.

Los resultados de los costos que produjeron todos los fallos registrados en los equipos, coincide que al reducir significativamente el número de fallos también redujo los costos que producen este tipo de fallos. Los costos más elevados se dieron en el año 2015, costos mayores a 20,000 dolares al año y corresponden a pérdidas por horas no operadas.

A partir de lo expuesto con respecto a las herramientas de confiabilidad operacional para la implementación del modelo de gestión propuesto, se puede decir que la implementación es imprescindible tanto para el control como para la mejora continua de los procesos de la empresa, asimismo contribuye a reducir el desperdicio de re- trabajo. Esto implica que ningún proceso no conforme pasará a la siguiente operación, lo cual es imperativo para la gestión del mantenimiento.

A pesar de que estos factores de control: mano de obra, equipos, medio ambiente, etc, están relacionados, representan una inversión que quizás no sea atractiva para los empresarios, los beneficios que trae se traducen en la disminución significativa de fallas, pues se estará invirtiendo en prevenir los errores, mas no en corregirlos, lo cual resulta mucho más económico.

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

El trabajo de investigación desarrollado permite llegar a las siguientes conclusiones:

- El cálculo de la tasa de fallas se realizó en la operación de regulación y filtrado y presentó mayor número de fallas, en el año 2015, período de estudio de esta investigación. El valor de la tasa de fallos, que se determinó es de $= 7 \text{ fallas/año}$.
- Previo al análisis de la aplicación de la metodología RCM, se determino los equipos críticos, resultado que la operación de regulación y filtración fue la más crítica.
- A través de la metodología RCM y los digramas de entradas y salidas se determinó el plan de mantenimiento que permita la reducción de tasa de fallos en los equipos críticos. Para 7 modos de fallas analizados se logro determinar una actividad preventiva. Este plan de mantenimiento entro en vigencia a partir del 1 de enero del 2016.
- Luego de la aplicación del plan de mantenimiento a partir del año 2016 y de haber ejecutado las actividades preventivas, se determinó que la tasa de fallos se redujo significativamente de 7 a 3 fallos por año; esto representa una reducción del 43% de la tasa de fallos en el nuevo período de análisis.
- Los tiempos medios entre reparaciones (MTTR) de los equipos críticos de la operación de regulación y filtración, comparados con los tiempos medios entre fallos (MTBF), son pequeños, esto conlleva a una alta probabilidad de disponibilidad de dichos equipos, tal como se muestra en la tabla adjunta:

	ESTACION DE REGULACIÓN Y FILTRACIÓN
MTBF - Tiempo Medio Entre Fallas	2919.9 horas
MTTR - Tiempo Medio Entre Reparaciones	0.1 horas
Disponibilidad	99.997%

Sin embargo, de estos resultados, se llega a la conclusión, de que una alta disponibilidad de los equipos críticos de la línea de flotación no necesariamente implica que dichos equipos presenten alta confiabilidad.

- De lo analizado en la presente tesina y de los resultados obtenidos, se llega a la conclusión de que empleando la combinación de las técnicas cualitativas y cuantitativas del mantenimiento y utilizando como herramientas: los datos históricos del tiempo entre fallas de equipos, se logra reducir significativamente las fallas y evitar significativamente el desabastecimiento de la muestra de 68 clientes, mediante un modelo de Gestión del Mantenimiento de los equipos.
- Los procedimientos contemplados para una buena gestión de mantenimiento de los equipos mas críticos son: Inspección de Acometida y Recinto, Sistema de Filtrado, Sistemas de válvulas reguladoras monitora y bloqueo, Verificación de Aislaciones, Sistema de Actuación o valvula de linea, Mantenimiento de Sistema de Medición y Control de Corrosión.

- Se aplicó la matriz RCM, para encontrar las causas de las fallas de los equipos y se determinó las soluciones para todo el personal involucrado, que debe ser partícipe en el proceso de mejora continua de las operaciones. Esto se respalda con auditorías y verificaciones en las áreas de trabajo.
- El análisis de causa y efecto logró identificar las causas raíces que originan el problema lo cual permitió desarrollar estrategias y soluciones que las eliminen directamente y así evitar paralizaciones de planta, verificada en el año 2016, donde se evidenció, que no se produjo ningún desabastecimiento significativo en la muestra de 68 clientes; esto debido que se cumplieron con las normas de OSINERGMIN y presentar las acreditaciones en forma definitiva.
- Con la matriz FODA se identificó las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas dentro de los procesos de venta de GNV, que permitió plantear la formulación de los objetivos de la organización, formulación de estrategias y planes de acción.
- Con el análisis de entradas y salidas se identificó las operaciones para la elaboración de los procedimientos del plan de mantenimiento preventivo del sistema, además se tomó en cuenta para elaborar la matriz IPER y su implicancia en el medio ambiente.
- La gerencia general deberá dotar de recursos adicionales; como implementos de seguridad, nueva indumentaria para operarios, realización de talleres, charlas de sensibilización; a fin de consolidar el seguimiento e implementación del sistema de seguridad y salud ocupacional dentro del modelo de Gestión del Mantenimiento propuesto.

- Con el planteamiento del nuevo organigrama se incorporó el área técnica de control y evaluación, a fin de monitorear que los procedimientos de trabajo y funciones se cumplan.

6.2. RECOMENDACIONES

Producto de la presente investigación se proponen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda que las empresas consideren el análisis de las etapas de ciclo de vida de los equipos críticos. Este aspecto es importante dado que permitirá definir mejor los planes de mantenimiento preventivo y predictivo para dichos equipos críticos.
- Se recomienda que la empresa implemente un software para calcular la probabilidad de confiabilidad de sus equipos, para reducir costos de mantenimiento y optimizar su gestión de mantenimiento.
- Proponer a las empresas comercializadoras de GNV el uso o adquisición de algún sistema estadístico para la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento.
- Ejecutar auditorias cada 2 meses durante un año, después de la ejecución de la gestión de mantenimiento, para medir la efectividad de las operaciones. Después ejecutarlas anualmente por un agente externo o que forme parte de la organización, que debe estar previamente capacitado.
- Realizar periódicamente un análisis de criticidad, debido a que la tasa de fallas no es un valor constante en el tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Becerra Arevalo, G., & Romero, J. P. (1 de agosto de 2012). *EL ANALISIS DE CONFIABILIDAD COMO HERRAMIENTA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DE LA LINEA DE FLOTACIÓN DE UN CENTRO MINERO*. Obtenido de CYBERTESIS UNI: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1475/1/becerra_ag.pdf
- Bernardo Durán, J. (2011). *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BAJO ESTÁNDARES INTERNACIONALES COMO PAS55 ASSET MANAGEMENT*. España: PMM Institute for Learning.
- Calidda. (19 de NOVIEMBRE de 2016). *CALIDDA GAS NATURAL DEL PERU*. Obtenido de QUIENES SOMOS: <http://www.calidda.com.pe/quienes.html>
- Contugas. (21 de Noviembre de 2015). *GRUPO ENERGIA DE BOGOTA*. Obtenido de NOSOTROS: <http://www.contugas.com.pe/>.
- Donayre Velazco, Enzo Jair. (15 de Junio de 2014). *PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*. Obtenido de http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/324418/1/donayre_ve.pdf
- Energia, O. T. (04 de NOVIEMBRE de 2015). *PLAN REFERENCIAL DE ENERGIA AL 2015*. Obtenido de MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Hidrocarburos/balances/energiaintegral/CONSOLIDADO%20FINAL%20PRE.pdf>
- Energia, S. N. (17 de NOVIEMBRE de 2015). *INFORMES Y PUBLICACIONES*. Obtenido de INFORMES QUINCENALES: <http://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones-snmpe/informes-quincenales.html>
- Espinoza Fuentes, F., & Salas, G. S. (2011). *Gestión de Activos Industriales: Modelos y Herramientas*. España: Eae Editorial Academia Española.
- Fattorini, V. O. (15 de Enero de 2013). *Diario Gestión*. Obtenido de Diario Gestión: <http://gestion.pe/empresas/cadenas-grifos-concentran-65-venta-combustibles-2056571>
- Fernandéz Pérez, A. J. (1 de Marzo de 2000). <http://ca.upm.es>. Obtenido de <http://ca.upm.es/662/1/06200006.pdf>
- Garcia, M., & Monica. (29 de abril de 2016). Obtenido de <http://148.204.210.201/tesis/1471974858549IngenieraIndu.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática . (1 de SETIEMBRE de 2014). Obtenido de <https://www.inei.gob.pe>: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1251/Libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (1 de agosto de 2008). <http://www.inei.gob.pe>. *Perfil Socioemográfico del Perú. Censos Nacionales 2007:XI de Población y VI de Vivienda.*, 29,30.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). *Compendio Estadístico Perú 2015*. Lima: INEI.
- José, J. G. (02 de Abril de 2013). *Diario Perú 21*. Obtenido de <http://peru21.pe/economia/habra-45-millones-vehiculos-2020-2124538>

- Minas, M. D. (15 de NOVIEMBRE de 2015). *D.S. N° 040-99-EM*. Obtenido de REGLAMENTO DE LA LEY DE PROMOCIÓN DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL GAS:
http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Hidrocarburos/normas_legales/ds040-99.pdf
- Minas, M. D. (22 de MARZO de 2016). *SECTOR HIDROCARBUROS*. Obtenido de PRESENTACION:
<http://www.minem.gob.pe/>
- Natural, G. D. (10 de NOVIEMBRE de 2015). *OSINERGMIN*. Obtenido de INSTALADORES DE GAS NATURAL:
<http://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/OficinaComunicaciones/EventosRealizados/ForoTacona/3/5-Instaladores%20de%20GN-Reg-Augusto%20Bernales.pdf>
- Osinergmin. (2014). CPGNV. *GAS NATURAL 2014*, 30-34.
- Osinergmin. (05 de NOVIEMBRE de 2015). *PUBLICACIONES*. Obtenido de GERENCIA DE FISCALIZACION DE GAS NATURAL: <http://www2.osinerg.gob.pe/Pagina%20Osinergmin/Gas%20Natural/index.html>
- Rivera, R., & Miguel, E. (13 de Julio de 2011). *Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial*. Lima, Lima, Perú.
- Tamayo Pacheco, J. (25 de MARZO de 2014). *OSINERGMIN*. Obtenido de RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO: <http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/01-Proyecto-RegistroInstaladores-GasNatural-MARZO2014.pdf>
- Tamayo Pacheco, J. (24 de MARZO de 2015). *OSINERGMIN*. Obtenido de RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gart/publicaciones/gart-card/GartCard2016-01/Master%20Disco%201%20-%20Resoluciones/archivos/Contenido/pdf/Resoluciones/OSINERGMIN%20No.059-2015-OS-CD.pdf
- TOLEDO, A., & QUIJANDRIA, J. (02 de ENERO de 2002). *APRUEBAN "GLOSARIO, SIGLAS Y ABREVIATURAS DEL SUBSECTOR HIDROCARBUROS"*. Obtenido de DECRETO SUPREMO:
<http://faolex.fao.org/docs/pdf/per70647.pdf>
- Toledo, A., Velasquez, A., Ortiz, J., & Sánchez, G. (02 de FEBRERO de 2005). *DECRETO SUPREMO N° 006-2005-EM*. Obtenido de APRUEBAN EL REGLAMENTO PARA LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE VENTA AL PÚBLICO DE GAS NATURAL VEHICULAR (GNV):
<https://www.osinergmin.gob.pe/Paginas/CartasServicio/uploads/gnv/normativa/DS%20006-2005-EM%20RHGN.pdf>
- Vehicular, C. P. (25 de MARZO de 2016). *CPGNV*. Obtenido de ESTADISTICAS:
<http://cpgnv.org.pe/index.php/etdcs/>
- Villacres Parra, S. R. (1 de Enero de 2016). <http://dspace.esPOCH.edu.ec>. *DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO APLICANDO LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA EL VEHÍCULO HYDROCLEANER VACTOR M654 DE LA EMPRESA ETAPA EP*. Riobamba, ECUADOR. Obtenido de
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4749/1/20T00717.pdf>
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Adolfo, C. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Revista chilena de ingeniería*, 14.
- Yuni Alberto, J., & Urbano, C. A. (2006). *TECNICAS PARA INVESTIGAR*. Cordoba- Argentina : Brujas.

ANEXO I

CONSIDERACIONES DE LA GESTIÓN DE LA ALTA DIRECCIÓN PARA LA MEJORA CONTINUA

Compromiso de la alta dirección:

La alta dirección se encuentra comprometida con el desarrollo, implementación, mantenimiento y mejora continua del SGC.

Este compromiso se evidencia a través de:

- La comunicación a la organización de la importancia de cumplir los requisitos del cliente y los legales y reglamentos.
- El establecimiento de la Política y objetivos de la calidad y su difusión a todo el personal.
- El establecimiento del Plan Estratégico de la empresa y su monitoreo para garantizar el cumplimiento de los objetivos y la política de la calidad.
- La ejecución de reuniones de monitoreo del desempeño del SIG tales como: el seguimiento y la revisión por la Dirección.
- La dotación de recursos necesarios para el funcionamiento del SIG.
- El establecimiento de Políticas que permitan garantizar que los requisitos del cliente se determinan, pero sobre todo se cumplan.

Enfoque al cliente:

La empresa ofrece servicios, y la posibilidad de realizar cualquier tipo de consulta a través de la dirección de correo. Además, se aplicará a los clientes una encuesta para medir su grado de satisfacción, la cual será analizada a través del indicador de Satisfacción de Cliente (ISC). Esta información podrá venir completada con toda aquella información que se recopile de los clientes mediante otros medios como llamada / visitas o cualquier otro medio sustitutivo.

Representante de la Dirección:

El jefe de Gestión de Calidad ha asumido la responsabilidad encargada por la alta dirección de ser el representante de la Dirección.

Las principales responsabilidades del RED son:

- Asegurarse que se establezcan, implementen y mantengan los procesos necesarios para el SIG.
- Informar a la alta dirección sobre el desempeño del SIG y de cualquier necesidad de mejora.
- Asegurarse que se promueva la toma de conciencia de los requisitos del cliente en todos los niveles de la organización.

Comunicación Interna:

La comunicación interna es propiciada a todo nivel en las opiniones, sugerencias e inquietudes del personal son recibidas en todo momento por sus jefes directos, quienes, considerando la complejidad de estas propuestas, las elevan hasta niveles superiores o buscan la solución inmediata.

Se colocará a disposición del personal teléfonos, correos electrónicos, equipo de cómputo y murales necesarios para favorecer la comunicación interna y la coordinación permanente.

Revisión por la Dirección:

La alta dirección revisa anualmente el SIG para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continua.

Los resultados de esta revisión incluyen decisiones y acciones relacionadas a: la mejora de la eficacia del SIG, la mejora del servicio y las necesidades de recursos.

La información de entrada para la revisión incluye:

- Resultados de Auditorias (Internas y Externas).
- Resultados de Encuestas de Satisfacción del cliente incluyendo los reclamos.
- Revisión de la política y Objetivos de la calidad.
- Estado de las SACPs.
- Seguimiento de Revisiones por la Dirección previas.
- Cambios que podrían afectar el SIG.
- Recomendaciones para la mejora.

ANEXO II

CONSIDERACIONES DE LA GESTIÓN DE RECURSOS PARA LA MEJORA CONTINUA

Gestión de Recursos:

A fin de garantizar la implementación, mantenimiento y mejora del SIG y el aumento de la satisfacción del cliente, proporciona los siguientes recursos:

- **Recursos Humanos**, competentes en base a educación, formación, habilidades y experiencia (ver perfiles de competencia), cuya capacitación se encuentra programada y se ejecuta buscando contribuir al logro de los objetivos de la calidad de la organización, en el procedimiento Capacitación del talento Humano.
- **Infraestructura**, conformada por hardware, software, equipos de comunicación, vehículos, pozo a tierra que son mantenidos en las condiciones necesarias para garantizar la calidad de los servicios.
- **Ambiente de trabajo**, espacio de trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del servicio.

ANEXO III

CONSIDERACIONES DE LA GESTIÓN DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA MEJORA CONTINUA

Gestión de la Prestación del Servicio:

Se ha planificado e implementado los procedimientos necesarios para un Establecimiento de venta al público de GNV, donde se establecen los controles para el siguiente proceso principal:

Gestión de Operaciones:

Se han planificado e implementado los procedimientos necesarios para la prestación del servicio donde se establecen los controles para los siguientes procesos de soporte:

- Control de compras
- Gestión de recursos humanos y mejora de competencias
- Inspección en la recepción de materiales y equipos
- Registro de no conformidades.

ANEXO IV

CONSIDERACIONES DE LA GESTIÓN DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS PARA LA MEJORA CONTINUA

Acciones correctivas y preventivas:

OBJETIVO:

El objetivo del procedimiento acciones correctivas y preventivas es establecer el procedimiento que asegure que las acciones correctivas y preventivas tomadas para eliminar las causas de las no conformidades del SIG existentes o potenciales, sean proporcionales a la magnitud de los problemas y los riesgos encontrados y asegurar que estas sean efectivas.

Los controles aplicables a este proceso son:

- Análisis de causas de las no conformidades (reales y potenciales).
- Análisis de procesos, operaciones, resultados de auditorías, reclamos de Clientes, etc.
- Definición, registro, implementación y seguimientos de acciones correctivas y preventivas.

DOCUMENTACION RELACIONADA

- Solicitud de Acciones Correctivas y/o Preventivas (SACP)
- Control de SACP.

ANEXO V

FORMATO DE MANTENIMIENTO HOJA 1

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ACOMETIDA 6M - 12M			
ACOMETIDA: _____		FECHA: _____	
TIPO DE MANTENIMIENTO:	SE MESTRAL <input type="checkbox"/>	ANUAL <input type="checkbox"/>	OT N°: _____
1.- DIRECCIÓN DE LA ACOMETIDA			
Razón Social: _____			
Ubicación Av./Calle: _____ N° _____		Distrito: _____ Provincia: _____	
2.- RECURSOS HUMANOS			
Técnico/s:	Nombre _____	Apellido _____	_____
Arribo:	Fecha: _____	Hora: _____	Salida: Fecha: _____ Hora: _____
Ingreso:	Fecha: _____	Hora: _____	Vehículo: Placa: _____
3.- ACTIVIDADES PREVIAS			
3.1 Dar aviso a la sala de control		_____	
3.2 Monitorear el ambiente constantemente y registrar el atmósfera con un IGC		(% LEL) _____ N° SERIE _____	
4.- DATOS GENERALES			
ESTACIÓN: ERM () EFM () GNV ()	4.1.1 Simple rama _____		4.5 Estado de las ventilaciones _____
4.1.2 Doble rama _____	4.2.1 Estación con cerco _____		4.6 Estado de instalación eléctrica _____
4.2.2 Estación en recinto _____	4.3 Tipo de Extintores _____ cantidad _____		4.7 Estado de puertas _____
4.4 Fecha de Vencimiento Extintores _____ / /	4.4.1 Estado de la válvula principal de entrada _____		4.8 Estado de carteles de seguridad _____
OBSERVACIONES: _____			
5.- ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Marcar: (Realizado ✓ / No realizado x / No Aplica NA)			
INSPECCION DE ACOMETIDA			
5.1 Control de fugas de toda la instalación	_____	5.5 Control de integridad de instalación eléctrica (conductos, puesta tierra, canales, interruptores, etc)	_____
5.2 Control de posición válvulas de bloqueo	_____	5.6 Control de estado de soporteria de tubería y/o equipos instalados. (abrazaderas, aislantes, etc)	_____
5.3 Control/posición válv. Actuada- ingreso a estación (restablecer y resetear si fuera necesario)	_____	5.7 Presión de entrada _____	_____ barg
5.4 Verificar estado de precintos en toda la estación (cambiar si fuera necesario)	_____	5.8 Presión de salida _____	_____ barg
VERIFICACIÓN DE AISLACIONES			
5.9 Medición Potencial DC aguas arriba de la junta dielectrica (B-IN)	_____ mV	5.17 Se requiere cambio de junta	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
5.10 Medición Potencial DC aguas abajo de la junta dielectrica (B-IN)	_____ mV	5.18 Medición Potencial aguas arriba conector aislante actuador	_____ mV
5.11 Medición Potencial AC aguas arriba de la junta dielectrica (B-IN)	_____ mV	5.19 Medición Potencial aguas abajo conector aislante actuador	_____ mV
5.12 Medición Potencial AC aguas abajo de la junta dielectrica (B-IN)	_____ mV	5.20 Se requiere cambio de conector aislante	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
5.13 Medición Potencial DC aguas arriba de la junta dielectrica (B-OUT)	_____ mV		
5.14 Medición Potencial DC aguas abajo de la junta dielectrica (B-OUT)	_____ mV		
5.15 Medición Potencial AC aguas arriba de la junta dielectrica (B-OUT)	_____ mV		
5.16 Medición Potencial AC aguas abajo de la junta dielectrica (B-OUT)	_____ mV		
SISTEMA DE ACTUACIÓN.(Válvula actuada de ingreso)			
5.21 Control de fugas en uniones bridadas y conectores tubing/conexiones	_____ barg	5.26 Control de hermeticidad de la Válv. Actuada* (verificar cierre hermético del obturador de la Válv.)	_____
5.22 Verificar de presión de gas de alimentación para actuador	_____ barg	5.27 Verificar el control de Push OFF de parada de emergencia*	_____
5.23 Verificar cierre automático a pérdida de gas de alimentación para actuador*	_____ barg	5.28 Inspección al elemento filtrante del sistema de actuación* (Cambiar de ser necesario)	_____
5.24 Verificar de integridad de conexiones eléctricas de solenoides.	_____ barg		
5.25 Control de seteo de regulador de actuación*	_____ barg		
SISTEMA DE FILTRADO			
5.29 Inspección filtro Activo y Reserva	_____ m barg	5.34 Inspección y/o cambio de elemento filtrante - Filtro Reserva*	_____
5.30 Registrar presión diferencial filtro - Activo	_____ m barg	5.35 Verificar Ajuste de elementos instalados.	_____
5.31 Registrar presión diferencial filtro - Reserva	_____ m barg	5.36 Verificar la hermeticidad de válvulas de Filtro-Activo	_____
5.32 Purgado filtro de reserva	_____ m barg	5.37 Verificar la hermeticidad de válvulas de Filtro-Reserva*	_____
5.33 Inspección y/o cambio de elemento filtrante - Filtro Activo	_____ m barg	5.38 Modelo de elemento(s) _____ Cantidad _____ unid.	
SISTEMA DE VÁLVULA(S) REGULADORAS MONITORA (S) Y BLOQUEO (S)			
5.39 Control estado de elemento de filtro de control del ramal activo	_____	5.43 Control de correcta operación de la Válvula reguladora con carga (simulación de consumo real)	_____
5.40 Control de valor de calibración de válvulas del ramal (es) de regulación	_____	5.44 Control estado de precintos o tornillos de calibración de las Válv. reguladoras y/o monitoras al final de la intervención.	_____
5.41 Control de hermeticidad de regulador y/o monitor (reemplazar kit repuestos si fuese necesario)	_____	5.45 control y registro de calibración de Válvula de alivio de seguridad*	_____
5.42 Control de hermeticidad de Válv. de seguridad por bloqueo (reemplazar kit repuestos si fuese necesario)	_____		
INSTRUMENTOS *			
5.46 Contraste de instrumentos analógicos (presión, p diferencial y temperatura)	_____	5.48 Rotular el instrumento(s) contrastado, calibrado o reemplazado (consignar el TAG y fecha de control)	_____
5.47 Control de estado de Instrumentos	_____		
CONTROL DE CORROSIÓN			
5.49 Controlar el estado de conservación exterior de las instalaciones que forman parte de la acometida	_____	5.50 control de recubrimiento (aplicar de ser necesario)	_____

* Estas actividades se realizarán en el mantenimiento anual

Fecha de Vigencia: 09/09/2011

Página 1 de 2

SISTEMA DE REGULACIÓN	
SISTEMA DE MEDICIÓN	
<p>SISTEMA DE MEDICIÓN</p> <p>5.51 Control de parámetros de operación en medidor y corrector (nivel de aceite, giro de contador, nivel de ruido, etc) <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>5.52 Verificar sincronismo entre acumulador mecánico/acumulador de volumen bruto UC <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>UNIDAD CORRECTORA</p> <p>5.54 Control de integridad de la unidad correctora (deterioros y/o rajaduras en carcasa) <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>5.55 Registrar el tiempo de vida de batería en la UC <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>5.53 Control de estado de precintos y registrar su numeración. <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>5.56 Control de estado de alarmas en la UC <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>5.57 Comparar en tiempo real, la fecha y hora de UC <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>5.58 Estado de baterías de UC <input style="width: 50px;" type="text"/></p>	
<p>4.- RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES AL CLIENTE</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;">Técnico de la Contratista Responsable</p> <p>Firma _____</p> <p>Nombre: _____</p>	<p style="text-align: center; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;">Supervisor de la Contratista Responsable</p> <p>Firma _____</p> <p>Nombre: _____</p>